

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2012

MARTINA GLÁSEROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing a technologie

POTISK NANOVLÁKENNÝCH VRSTEV

PRINTING OF NANOFIBRE LAYERS

KATEDRA TEXTILNÍ CHEMIE

Martina Gláserová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jakub Wiener, Ph.D.

Konzultant: Ing. Mrklas

Rozsah práce:

Počet stran textu	46
Počet obrázků	25
Počet tabulek	2
Počet grafů	8
Počet stran příloh	6

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martina Gläserová**
Osobní číslo: **T08000381**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Textilní marketing**
Název tématu: **Potiskování nanovlákných vrstev**
Zadávací katedra: **Katedra textilních technologií**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte rešerši na téma potiskování nanovlákných vrstev.
2. Potiskněte plošný nanovlákný materiál celoplošně zvoleným vzorem
3. Kvantifikujte vlastnosti takto modifikované nanovlákné vrstvy, zaměřte se na mechanické vlastnosti, prodyšnost a barevnost nanovlákné vrstvy.
4. Výsledky diskutujte z hlediska potenciálních aplikací.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že si svou bakalářskou práci mohu vyzvednout v Univerzitní knihovně TUL, po uplynutí pěti let po obhajobě.

V Liberci dne 9.5.2012

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat doc. Ing. Wienerovi, Ph.D za odborné vedení mé práce a dále Ing. Mrklasovi za pomoc při tisku a za návrhy na řešení v experimentální části. Poděkování také patří paní Janě Stránské za ochotu a pomoc s přípravou přístrojů a Ing. Janě Grabmüllerové za snímky z rastrovací mikroskopie.

ANOTACE

Cílem této bakalářské práce je ověřit, zda potisknutím neupravené nanovláknenné vrstvy dojde ke zlepšení některých vlastností se zaměřením na pevnost. Zmíněný materiál byl potisknut dvěma metodami tisku a to digitálním tiskem s použitím pigmentového barviva a metodou UV tisku s použitím speciálního barviva. Obě metody jsou popsány v teoretické části, která také obsahuje popis nanovláken a techniky rastrovací elektronické mikroskopie.

Potíštěné vzorky byly testovány na prodyšnost, pevnost a tažnost a zkoumány z hlediska kvality tisku a chování barviva v nanovláknenných vrstvách. Výsledky jsou vyhodnoceny pomocí grafů, tabulek a obrázků z mikroskopie a diskutovány v závěru práce.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Nanovláknena, Zvlákňování, Digitální tisk , Pigmentové barvivo, UV tisk, Elektronová mikroskopie

ANNOTATION

The aim of this thesis is to verify whether printing of unprepared nanofiber layer has to improve some properties with a focus on strength. That material was printed on two methods of printing which is digital printing using pigment dyes and UV printing using a special dye. Both methods are described in the theoretical part, which also contains a description of nanofibres and scanning electronic microscopy techniques.

Printed samples were tested for permeability, strength and ductility, and examined in terms of print quality and behavior of pigment in the nanofiber layers. Results are evaluated using graphs, tables and images from microscopy and discussed at the end of thesis.

KEY WORDS:

Nanofibres, spinning, Digital printing, pigment dye, UV printing, electron microscopy

Obsah

1	Teoretická část.....	10
1.1	Nanovláknna	10
1.1.1	Elektrostatické zvlákňování	11
1.1.2	Podmínky ovlivňující el. zvlákňování a výsledná vlákna	12
1.1.3	Typy elektrostatického zvlákňování.....	13
1.1.4	Vlastnosti nanovláken	15
1.1.5	Použití nanovláken	15
1.2	Potiskování textilií	17
1.2.1	Rozdělení tiskařských technik.....	18
1.2.2	Rozdělení tisku po chemické stránce	18
1.2.3	Rozdělení tisku po mechanické stránce.....	19
1.3	Rastrovací elektronová mikroskopie.....	21
2	Praktická část.....	22
2.1	Úvod do praktické části.....	22
2.2	Použitý materiál	22
2.3	Seznam použitých přístrojů.....	23
2.4	Příprava experimentu	26
2.4.1	Návrh vzoru	26
2.4.2	Výběr barviva a techniky potisku.....	26
2.5	Specifikace vzorků	27
2.6	Měření pevnosti a tažnosti	28
2.6.1	Postup měření	29
2.6.2	Výsledky měření.....	29
2.6.3	Shrnutí měření pevnosti.....	34
2.7	Měření prodyšnosti.....	35
2.7.1	Postup měření	35
2.7.2	Výsledky měření.....	36
2.7.3	Shrnutí měření prodyšnosti	36
2.8	Elektronová mikroskopie	36
2.8.1	Hodnocení v řezu.....	37
2.8.2	Hodnocení povrchu	39

2.9	Hodnocení tisku	40
3	Závěr.....	41
	Seznam tabulek	43
	Seznam grafů.....	43
	Seznam obrázků	43
	Seznam použité literatury.....	45

Úvod

Nanovláknenný materiál, který je předmětem této bakalářské práce, je součástí tzv. nanosvěta. Jeden nanometr je jedna miliontina milimetru, což si není jednoduché představit. V porovnání je nanovlákneno například menší než červená krvinka nebo vir a do jednoho lidského vlasu by se vešlo přibližně 1000x. Uživatelem nanočástic je každý z nás, protože lidské orgány se skládají z takto malých částí. Z toho důvodu je snaha uplatnit nanovláknenný materiál v medicínské oblasti. Uplatnění se nachází i v jiných oblastech, ale vzhledem k nízké pevnosti se materiál používá výhradně v kombinaci s dalšími materiály.

Cílem práce je ověřit zda potiskem nanovláknenného materiálu dojde ke zlepšení některých jeho vlastností se zaměřením na pevnost. Vzorky budou potištěny dvěma odlišnými barvivy a čtyřmi různými vzory s odlišným zaplněním plochy barvivem. Kromě testování pevnosti a tažnosti bude u vzorků měřena prodyšnost a hodnoceno chování barviva ve vláknenných vrstvách a kvalita tisku.

Seznam použitých zkratk

nm – nanometr

ČSN – česká státní norma

ISO – mezinárodní norma pro normalizaci

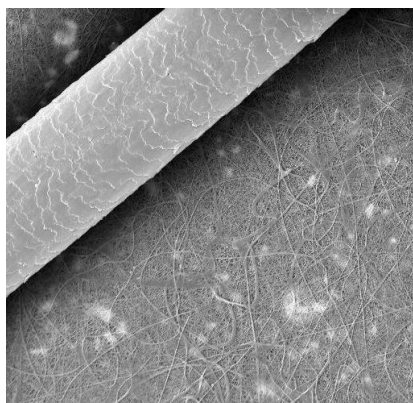
UV – ultrafialové záření

dpi (dots per inch) – počet teček na úsečce dlouhé jeden palec

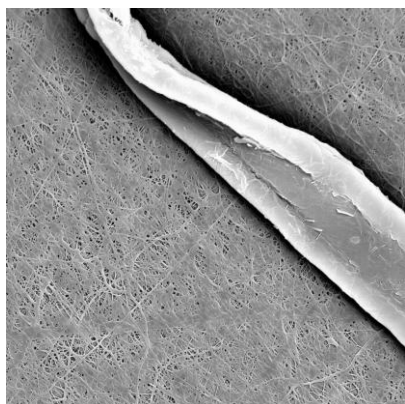
1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Nanovláknna

Veškeré nanomateriály se vyznačují tím, že jejich stavebními jednotkami jsou částice o velikosti v rozsahu nanometrů. Nanovláknna se vyrábějí z polymerních roztoků nejčastěji metodou elektrostatického zvlákňování. Touto metodou lze vytvořit velmi jemná vlákna s průměry pohybující se mezi 100 - 500 nm a plošná hmotnost vrstvy tvořené nanovláknny pak může být v rozmezí 0,1 – 5 g.m⁻². Nanometr, jednotka menší než je jeden mikrometr, je pouhým okem neviditelná, ale již v 80. letech minulého století byly vynalezeny přístroje umožňující zkoumání nanostruktur (např.: rastrovací tunelový mikroskop (STM) nebo optický rastrovací sondový mikroskop (NSOM)). Pro lepší představu nanorozměru je na obrázku č. 1-1 porovnání nanovláken s jedním vláknem bavlny a na obrázku č. 1-2 v porovnání s lidským vlasem. [1,2]



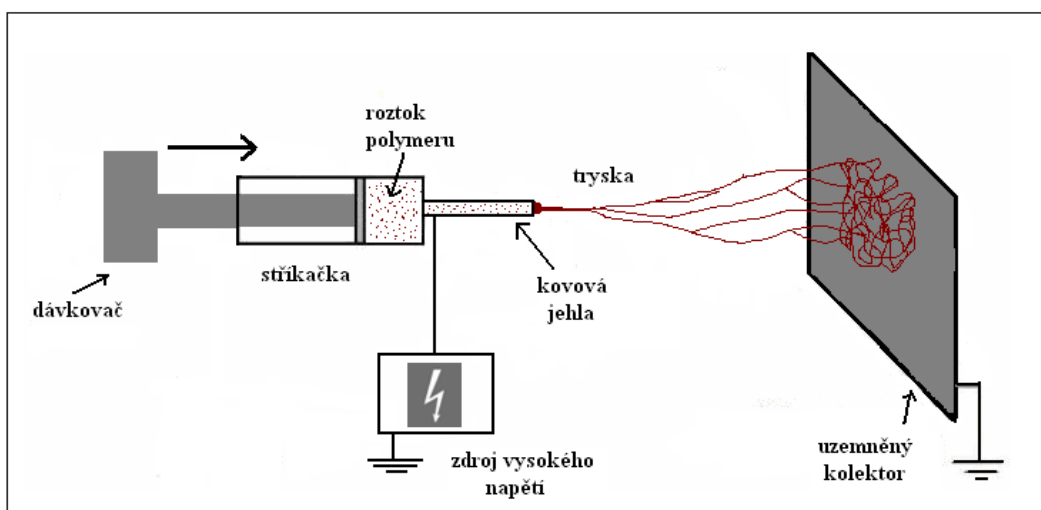
Obrázek 1-1- bavlněné vlákno [2]



Obrázek 1-2 - lidský vlas [2]

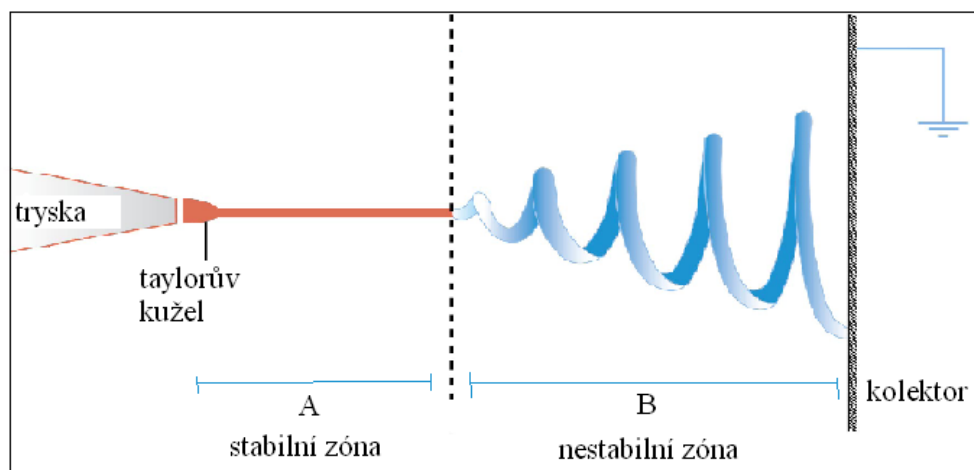
1.1.1 Elektrostatické zvlákňování

Elektrostatické zvlákňování (obr. 1-3) je proces, využívající vysoké napětí pro pohyb elektricky nabitého polymerního roztoku nebo taveniny a jehož výsledkem jsou vlákna velmi malého průměru. Tento proces začíná naplněním dávkovače polymerním roztokem, který následně vytlačí polymer do zvlákňovací trysky (kapiláry). O vytvoření elektrického pole se starají dvě elektrody, kde jedna je spojena přímo s polymerním roztokem a druhá je postavena proti vrcholu trysky. Kapička roztoku je za působení sil tažena směrem ke druhé elektrodě, která je nazývána kolektor. Tažením se kapička na vrcholu trysky prodlužuje do kuželovitého tvaru, který je známý jako Taylorův kužel (obr. 1-4).[3][4]



Obrázek 1-3 proces elektrostatického zvlákňování [3]

Od vrcholu trysky až ke kolektoru vzniká zvlákňovací prostor (obr. 1-4), který můžeme rozdělit na dvě části. První část, nazývaná stabilní, obsahuje Taylorův kužel a proud polymerního roztoku v přímém směru ke kolektoru. V druhé nestabilní části (tzv. bičující zóna) se proud roztoku prudce vychyluje z přímého směru. Rozdílnost úseků určuje intenzita elektrického pole, která v okolí elektrod dosahuje největších hodnot a dochází tím k silnému pohybu iontů.[2][6]



Obrázek 1-4 - zvlákňovací prostor [2]

Výsledkem nestabilního proudu a bičování je extrémní dloužení na vlákna s požadovaným průměrem. V nestabilní části dále dochází k chladnutí vláken a odpařování rozpouštědla, které bylo do teď součástí roztoku. Na podkladový materiál, pohybující se po kolektoru, dopadají již suchá, nahodile orientovaná nanovlákna.[2]

1.1.2 Podmínky ovlivňující el. zvlákňování a výsledná vlákna

- Použitý typ polymeru

Počet polymerů vhodných pro elektrostatické zvlákňování je přibližně 50. Nejvhodnější materiály jsou vodou rozpustné, protože nedochází k toxikaci výsledného materiálu a tím se rozšiřuje možnost jeho použití a je i šetrný k životnímu prostředí. Polymer, ze kterého jsou vlákna vyrobena, je nositelem vlastností pro budoucí materiál. Samotný polymer se před zahájením procesu upravuje pomocí rozpouštědel a povrchově aktivních látek pro snížení povrchového napětí.

Negativní vlastnosti dodané výslednému materiálu se odstraňují pomocí povrchových úprav.

- Koncentrace polymeru

Koncentrace a viskozita významně ovlivňují zvlákňovací proces. Při nejnižší koncentraci by bylo dosaženo pouhého navlhčení podkladového materiálu. Vyšší, ale stále nedostatečná koncentrace se projevuje tím, že se tvoří kapičky polymeru nebo vláčky s tendencí přetvořit se do kuličky. Naopak vyšší koncentrace by způsobila tvorbu vláken s větším průměrem.

- Vzdálenost kolektoru

Podle vzdálenosti, jakou vlákna při zvlákňování urazí, se odvíjí výsledný vzhled materiálu. Pokud by kolektor byl umístěný příliš blízko, nestačily by se dostatečně vysušit a na podkladovém materiálu by se slily dohromady. Dále procesu bez nestabilní části by vlákna neměli dost času se dostatečně vydloužit. V případě příliš vzdáleného kolektoru by vlákna nemuseli doletět k podkladovému materiálu, ale k jinému uzemněnému předmětu v bližší vzdálenosti.

- Okolní teplota a vlhkost

K procesu zvlákňování je potřeba vyšší vlhkost, proto je řízena přítomnou klimatizací. V závislosti na vlhkosti je také porozita vláken a projevuje se tak, že růst vlhkosti znamená větší póry.

- Nosný materiál

Aby se nanášela rovnoměrná vrstva nanovláken musí mít podkladový materiál antistatickou úpravu. Bez této povrchové úpravy by se materiál mohl začít nabíjet na různých místech a vznikali by nerovnoměrnosti.

1.1.3 Typy elektrostatického zvlákňování

Rozeznáváme tři základní typy a jejich modifikace.

Základními typy jsou:

- A) Zvlákňování pomocí jehly
- B) Zvlákňování z tyčky
- C) Zvlákňování z válečku

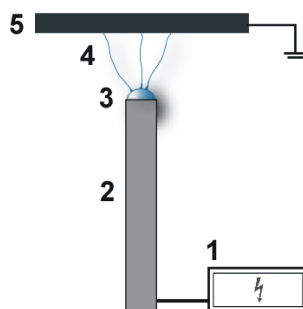
A) Zvlákňování pomocí jehly

Princip zvlákňování pomocí jehly je stejný jako princip popsany v předešlé kapitole s upřesněním, že jako kapilára je používá jehla injekční stříkačky. Nevýhodou tohoto principu je malá produktivita vzhledem k počtu vytvářejících se kuželů, což je jeden. Zlepšení dosáhneme jednoduchou modifikací a to v podobě dodání jehlového pole pro umístění více jehel. U tohoto typu modifikace je třeba dbát na správné rozmístění jehel, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování proudů roztoků. Uvedená situace by mohla nastat, kdyby jehly byly umístěny například příliš blízko u sebe.

B) Zvlákňování z tyčky

Princip je opět velmi podobný, ale místo injekční stříkačky nebo trysky je použita kovová tyč. Zásoba polymerního roztoku je obsažená v pouhé kapce na vrcholu

tyče, která značí opět nízkou produktivitu. Na rozdíl ale od jehlového typu se současně vytváří více kuželů. Jednoduché schéma principu je na obrázku č.1-5. [2]



Obrázek 1-5 - Zvlákňování z tyčky. 1- zdroj napětí, 2- kovová tyč, 3- polymerní roztok, 4- vznikající nanovláknna, 5- uzemněný kolektor.[2]

C) Zvlákňování z válečku

Metoda zvlákňování z válečku je více odlišná od předchozích dvou. Základním prvkem je v tomto případě válec, ponořený z části do polymerního roztoku. Otáčením válce kolem své osy se nanese tenká vrstva roztoku na povrch válce a za působení silného elektrického pole vzniká na nejbližší spojnici s kolektorem nespočet dlouhých se kuželů (obr. 1-6). Patentovaná technologie byla vyvinuta na Technické univerzitě v Liberci a nese oficiální název nanospider.



Obrázek 1-6 - nanospider [2]

Tato unikátní technologie je nejvíce využívána pro výrazně vyšší produktivitu na rozdíl od ostatních metod. Nevýhodou však stále zůstává nízká pevnost nebo hmotnostní nestejnoměrnost vzniklé vrstvy. Výzkumníci se snaží odstranit některé nedostatky modifikací výrobního zařízení (příklad pro rovnoměrnější ukládání vláken se instaluje otáčivý kolektor). Další modifikací nanospideru spočívá ve tvaru umístěného válce. Použitím ojehleného válce se dají použít i rychle zasychající roztoky,

zvlákňování může dále probíhat i pomocí dutého válce s dírami nebo úplně bez válce (tzv. zvlákňování ze štěrbin).[2][7]

1.1.4 Vlastnosti nanovláken

- obrovský měrný povrch

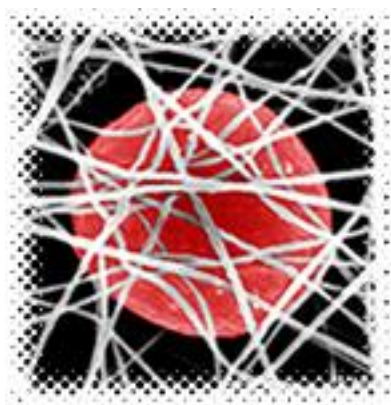
specifický (měrný) povrch je povrch vlákna na jednotku hmotnosti [$\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$] a je tím větší, čím je vlákno jemnější. Když si představíme nanovláknem v množství o něco větší než je jeden gram, tak přesně takové by se obtočilo kolem rovníku Země.[9][10]

- malá velikost pórů

Síťový mechanismus nanovláknenné vrstvy tvoří velmi malé póry, které jsou bezesporu velkou výhodou aplikací v oblasti filtrace. Samotná velikost pórů se pohybuje řádově v jednotkách mikrometrů, ale v současné době je snaha posunout tuto hranici až na 100 nm.[8]

- průměr vláken

Průměr v podstatě definuje nanovláknem, protože právě tato veličina se ohledně vláken pohybuje v rozsahu nanometrů. Opět je tato vlastnost významná z hlediska použití a to například v medicíně, kde čerpáme z informace, že nanovláknem je například menší než vir nebo červená krvinka (obr. 1-7).



Obrázek 1-7 - červená krvinka a nanovláknem [11]

1.1.5 Použití nanovláken

Nanovláknenný materiál je sám o sobě stále velmi křehký a proto se nejčastěji aplikuje současně s dalším materiálem, který ho zpevňuje. U řady používaných materiálů jsou nanovláknem schopna změnit jejich vlastnosti nebo umožňují vytvořit materiály zcela nové. Díky unikátním vlastnostem a své specifické struktuře nabízí nanovláknenné materiály netušené možnosti pro jejich využití v mnoha oblastech.[10]

- Filtrace

Nanovláknna se v široké výrobní škále začaly používat právě ve filtračním průmyslu. Nejvíce se uplatnil v oblasti vzdušné filtrace (obr. 1-8) pro svou schopnost zadržet i tak malé částice jako jsou viry nebo bakterie. Tato schopnost je spojena s velkým měrným povrchem, který čím je větší, tím větší je pravděpodobnost interakce mezi ním a zachytávanými částicemi.

Pro kapalinovou filtraci je více významná malá velikost pórů. Je to kvůli rozdílné viskozitě kapalin a plynů, což nás nutí zaměřit se na záchyt částic v mezivlákněném prostoru.[8]

Na rozdíl od běžných materiálů se použitím nanomateriálů dosáhne stejné efektivity filtrace při nižším tlakovém spádu (odpor proti proudění média). Nevýhodou stále zůstávají nízké přitažlivé síly mezi nanovláknny a to vede k celkové nízké pevnosti materiálu a nízká adheze k podkladovým materiálům.

Další prospěšnou aplikací mohou být palivové a olejové filtry pro automobilový průmysl. [5]



Obrázek 1-8 - filtr s nanovláknny [11]

- Biomedicína

Jedná se o aplikace v jedné z mnoha oblastí medicíny, pro kterou jsou vyvíjeny nanomateriály. V biomedikální oblasti se aplikují jako implantát přímo do lidského těla. Díky své tloušťce se vlákna dobře doplňují s lidskou tkání a orgány, protože i ty jsou z biologického hlediska uloženy v nanovlákněných strukturách. Konkrétní použití je například v podobě krevní cévy, chrupavky, kosti nebo podložky pro růst tkání.

Krevní cévy:

K tvorbě umělých orgánů se čerpá z poznatku, že buňky rostou ve směru nanovláken. Proces začíná výrobou trojrozměrné konstrukce ze zvlákněného materiálu,

na kterou jsou umístěny měkké svalové buňky přímo od pacienta. Buňky rostou v laboratorních podmínkách 3 – 6 týdnů, než se zformují do výsledného tkáňového tvaru připraveného k implantaci.

Materiálem pro zvláknění je kolagen, který je přirozenou tělní součástí, čímž se zvyšuje šance dobrého přijetí organismem a bezproblémovým fungováním po dobu životnosti implantátu.

Umělé cévy by mohli posloužit například při bypassové operaci srdce, kde se běžně pro nahrazení poškozených cév používají žíly z nohou. [3]

Další medicínské aplikace:

dýchací masky, oděvy pro operační sál, obvazoviny

Další oblasti použití:

- separační membrány
- Kosmetika
- ochranné oděvy
- Solární plachty, světelné plachty a zrcadla pro použití ve vesmíru
- Aplikace pesticidů na rostliny
- Nanovodiče
- Nosiče chemických katalyzátorů

1.2 Potiskování textilií

Tisk je místním vybarvením ve tvaru vzoru. Vznikl díky lidské touze zdobit své oblečení a později i textilie určené do obydlí. Od prvních pokusů pomocí štětců a ručně vyrobených tiskátek se tato zušlechťovací technologie rozvinula do mnoha podob a má rozhodující vliv na prodejnost výrobku. Samotný princip je velmi jednoduchý a obsahuje pět základních kroků:

- 1) Příprava tiskací pasty
- 2) Vlastní tisk
- 3) Sušení
- 4) Fixace
- 5) Praní po tisku

Barvivo obsažené v tiskací pastě je stejné jako se používá při běžném tisku a také se vybírá s ohledem k potiskovanému materiálu. Při vlastním tisku je tiskací pasta místně nanášena na textilií jednou z různých tiskařských technik. Následuje sušení a fixace v horkovzdušném pařáku pro upevnění barviva na vláknech. Vyšší teplota při procesu paření napomáhá chemickým reakcím v natištěné barvě a napomáhá difuzi barviva do vláken. Práním po tisku už se jen odstraní přebytečné barvivo a barvivo, které se nezafixovalo.[12]

1.2.1 Rozdělení tiskařských technik

Vývoj tiskařských technik směřuje k nahrazení lidského faktoru mechanizací a automatizací tiskařského procesu. Po mechanické stránce se vyvinuly tyto techniky:

- Ruční tisk
- Strojový válcový tisk
- Filmový tisk
- Speciální druhy tisku (tisk přenosem, tryskový tisk, UV tisk)

Tisk můžeme rozdělit i po chemické stránce a to na tyto techniky:

- Tisk Přímý
- Tisk leptem
- Tisk rezervou

1.2.2 Rozdělení tisku po chemické stránce

1.2.2.1 Tisk přímý

Je to nejrozšířenější a nejpoužívanější způsob tisku, známý od jeho vzniku. Technika spočívá v aplikaci tiskací pasty přímo na povrch potiskovaného materiálu přes připravený vzor. Z pravidla se barevné tiskací pasty používají na bílý nebo světle zbarvený materiál.[13] [15]

1.2.2.2 Tisk leptem

Princip tisku spočívá v použití barviva s leptacími účinky, které v místě vzoru rozruší barvivo potiskované textilie a tím vznikne tzv. bílý lept. Z tohoto důvodu se pro tisk leptem používají obarvené materiály, ovšem s nezafixovaným barvivem pro lepší účinky leptací pasty. Tímto způsobem lze leptat i velmi syté odstíny. Pokud do tiskací pasty s leptacím činidlem přidáme barvivo stálé v leptacích podmínkách, vytvoříme i pestrý lept.[12][14]

1.2.2.3 Rezervový tisk

Technika vznikla v podstatě díky chybám při prvních pokusech obarvit textilii. Člověk se snažil najít příčinu špatně obarvených míst a tím vyvinul novou techniku vzorování. Rezerva má mechanicky nebo chemicky zabránit vybarvení textilie v místě vzoru. Mezi způsoby nevybarvení vláken mechanickým působením patří například batika, která využívá provázky nebo vosk. V případě chemického působení se textilie potiskne rezervou a použitím reaktivních barviv, které se díky chemické reakci v místě vzoru nenaváže na vlákna.[13]

1.2.3 Rozdělení tisku po mechanické stránce

1.2.3.1 Ruční tisk

Ruční tisk probíhá pomocí dřevěných tiskařských forem, které se vyráběly rytím vzorů do dřeva. Samotný tisk se prováděl ručně na tiskařských stolech, což bylo časově náročné. Z toho důvodu se začali konstruovat stroje pro zdokonalení tisku a zvýšení produktivity. V současné době se technika průmyslově nepoužívá, ale je plně nahrazena dalšími technikami.[15][16]

1.2.3.2 Strojový válcový tisk

Nejdůležitějším prvkem strojního válcového tisku jsou měděné válce se vzory vyrytými do hloubky. Na válce se nanese tiskací pasta a ta se přitlakem válce na textilií přenesou na vlákna. Přebytná pasta se stírá ocelovou stěrkou, aby na válci zůstala jen v rytinách vzoru.

V současné době se i tato technika přestává používat z důvodu nákladnosti výroby válců a nutnosti vysokého přitlaku tiskacích válců.[12]

1.2.3.3 Filmový tisk

Filmový tisk dělíme na:

- a. ruční
- b. strojní
 - filmtiskací stroje s poloautomatickými vozíky
 - filmtiskací karuselové stroje
 - filmtiskací stroje s plochými šablonami
 - filmtiskací stroje s rotačními šablonami[15]

U ručního filmového tisku se používají šablony v podobě síta, které je v místě vzoru propustné. Šablona se upevní na tiskací vozík, soustavou pak se přitiskne na

textilii a pomocí stěrky se skrze ní protlačí tiskací pasta. Strojní filmový tisk se od ručního liší v automatizaci pohybu vozíku a stěrky, pouze dolévání barvy zůstalo ruční.[12][15]

1.2.3.4 Speciální druhy tisku

Tisk přenosem

Tato technika je velmi speciální v přenosu barviva na textilii jak název napovídá. Principem je natištění barviva (používají se disperzní barviva) na přenosový papír (nebo jiný nosič) a následným působením tepla a tlaku nechat barvivo přesublimovat z nosiče na připravený textilní materiál. Technika dosahuje vynikající přesnosti a ostroty tisku a lze jím tisknout i náročnější vzory.

Digitální tisk

Technika digitálního tisku (také nazývaný tryskový tisk nebo ink-jet tisk) je v současnosti hodně využívána. Hlavní výhodou je, že se nemusí vytvořit a použít žádná šablona nebo válec, ale tisk probíhá pomocí hlavičky s tryskami (tloušťka jedné trysky je zhruba jako lidský vlas), která se pohybuje nad materiálem a tvoří vzor. Požadovaný vzor se dodává do počítače ve formátu pdf a počítač řídí i zbytek tiskového procesu. Z toho plyne další výhoda, která spočívá v nenáročnosti na předtiskovou přípravu. Tiskací stroje pro digitální tisk mohou být s hrubým a jemným rozlišením. Rozlišovací schopnost u hrubého rozlišení je 40 dpi (dots per inch), což znamená, že úsečka dlouhá jeden palec (2.54 cm) se potiskne 40-ti body. U tiskacích strojů s jemným rozlišením se rozlišovací schopnost pohybuje od 200 dpi.[12][18]

V oblasti digitálního tisku se využívají dvě technologie:

- 1) Kontinuální tok kapek (continuous – flow systém)
- 2) Kapka na požádání (drop-on-demand-system)

U kontinuálního systému se barva dávkuje tryskou pomocí piezokrystalu. Následkem deformace krystalu vznikají elektrické náboje (piezoelektrický jev), které nabíjí jednotlivé kapičky barvy. Nabité kapičky jsou odkláněny a nenabité vystřelí na textilii a vytváří vzor.[12][17]

U druhé technologie se kapička barvy vytváří v trysce pouze na požádání a je hned vypuštěna na textilii. Řízení tvorby kapky má na starosti piezokrystal nebo tepelné vybuzení (bubble-jet).[12]

UV Tisk

Jedná se o formu digitálního tisku. Rozdíl je v použití speciálního barviva, které je vytvrzované účinkem ultrafialového záření. UV Lampa je připevněna na pohybující se hlavici s tryskami a to znamená, že ozařování je zařazeno ihned po tisku barvou. Z hlediska fyzikálně-chemického procesu se účinkem UV lampy stává mokré barvivo ve vteřině pevným skupenstvím. Z toho důvodu hovoříme spíše o vytvrzování než o sušení.[20]

Výhodou UV tisku je, že takto můžeme potisknout prakticky jakýkoliv materiál od papíru a tenkých vláknenných materiálů až po sklo, polystyren nebo dřevo (do tloušťky materiálu 80 mm). Současné stroje pro UV tisk mají rozlišovací schopnost až 720 dpi při výrobě 110 m²/h.

Nevýhodou je ozon, zatěžující životní prostředí, který vzniká při standardní aplikaci UV technologie. UV vytvrzování využívá vlnové délky od 200 do 500 nm a do 250 nm dochází k uvolňování škodlivého ozonu. UV lampy mají také vysokou spotřebu energie, a proto se vývojáři v současnosti zabývají náhradou v podobě elektroluminiscenčního záření v ultrafialové části spektra (LED-UV). Funkční schopnosti světelných diod LED (light-emitting diode) převažují schopnosti UV lamp v delším životním cyklu, rychlosti rozehtání na pracovní teplotu a uvolňování tepla a ozonu. [19][20]

1.3 Rastrovací elektronová mikroskopie

Rastrovací (řádkovací) elektronový mikroskop je optický přístroj umožňující zobrazit částice o velikosti v rozsahu nanometrů. Na rozdíl od světelných mikroskopů jsou fotony nahrazeny elektrony a skleněné čočky elektromagnetickými čočkami.

Principem metody je úzký paprsek elektronů procházející každé místo vzorku po řádcích (odtud - řádkovací). Každé zasažené místo vzorku vysílá sekundární elektrony, zpětně odražené elektrony, rentgenové záření a jiné signály, které jsou pak detekovány a analyzovány. Ze signálů, jejichž úroveň se mění pohybem po vzorku, je sestavován výsledný obraz.[21][22]

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Úvod do praktické části

Cílem této experimentální části je ověřit, zda potištěním nanovláknenného materiálu dojde ke změnám některých vlastností materiálu. Zaměřením je pevnost, která u tohoto typu materiálu vykazuje nízké hodnoty. Další pozorované oblasti byly změna prodyšnosti, chování barviva v nanovláknenných vrstvách a kvalita tisku.

Potisknut byl stejný typ materiálu dvěma různými technikami tisku pro porovnání a určení vhodnější metody. První metoda tisku je digitální tisk s použitím pigmentového barviva. Druhá metoda je modifikací digitálního tisku s použitím speciálních barviv, vytvrzujících se pod UV lampou.

Rozdíl od jiných experimentů spočívá v práci se zcela neupraveným vzorkem. Povrchové úpravy se provádějí pro snadnější manipulaci s křehkými nanovláknny, ale tím už mění některé vlastnosti, jako je například snížení prodyšnosti.

2.2 Použitý materiál

Pro oba typy tisku a veškeré zkoušky byl použit jeden druh materiálu – vrstvy polyamidových nanovláken.

parametry nanovláknenné vrstvy:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| • použitý polymer | polyamid |
| • podkladový materiál | polypropylen |
| • výrobní technologie | nanospider (firma Elmarco) |
| • vazba | nahodile orientovaná vlákna |
| • průměr vláken | 200 – 400 nm |
| • Tloušťka vrstveného materiálu | 0,10 mm |

2.3 Seznam použitých přístrojů

Stroj pro digitální tisk – colorspace (obr. 2-1)

Umístění: firma Martilla Liberec

Rozlišovací schopnost stroje: 300 x 300 dpi

Rychlost pohybující se kapičky barviva od stroje: 100km/h

Maximální šířka tisku: 150 cm, maximální tloušťka materiálu: 1,5 mm

Stroj pro UV tisk – Manta KM8/720UV (obr. 2-2)

Umístění: Grapo s.r.o Olomouc

Rozlišovací schopnost: 720 x 720 dpi

Rychlost pohybující se kapičky barviva od stroje: 100km/h

Maximální tisková plocha: 2,05 m– 3,05 m, maximální tloušťka materiálu: 6 cm

Rastrovací elektronový mikroskop – Tescan (obr. 2-3)

Umístění: TU Liberec

Rozlišení: 3,5 nm

zvětšení: 20 až 500 000x

Přístroj na pozlacování – SCD 030 (obr. 2-4)

Umístění: TU Liberec

Přístroj pro měření prodyšnosti – FX 3300 (obr. 2-5)

Umístění: TU Liberec

Přístroj na měření pevnosti - Instron 4411 (obr. 2-6)

Umístění: TU Liberec

Laboratorní váha – Denver

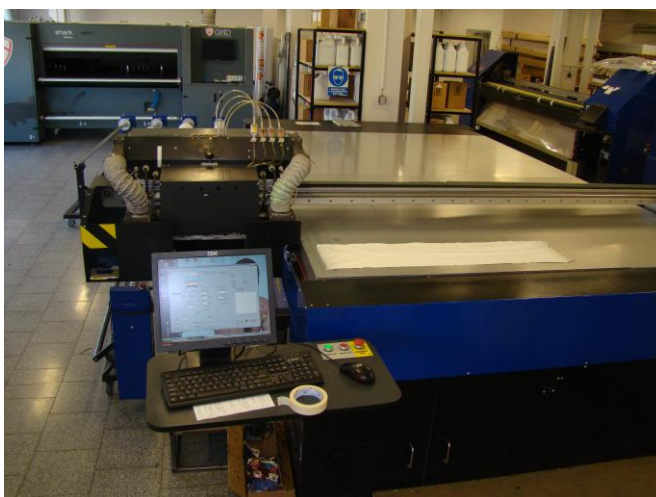
Umístění: TU Liberec

Klimatizující komora

Umístění: TU Liberec



Obrázek 2-1 - colorspace



Obrázek 2-2 - Manta KM8/720UV



Obrázek 2-3 - elektronový mikroskop Tescan



Obrázek 2-4 - Přístroj na pozlacování



Obrázek 2-5 - Prodyšnost – FX 3300



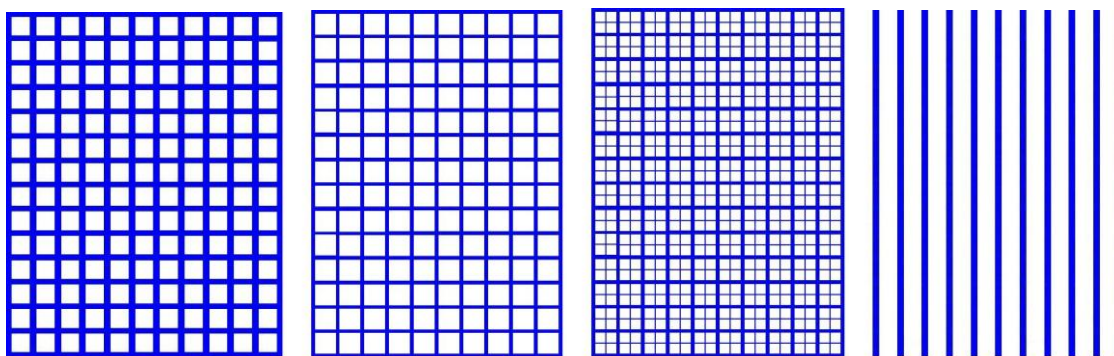
Obrázek 2-6 - Trhačka – Instron 4411

2.4 Příprava experimentu

2.4.1 Návrh vzoru

Vzor pro potiskování byl navržen pravidelný a symetrický, aby případné dodané vlastnosti byly rovnoměrné v celé ploše vzorku. Vzorem pro experiment se stala jednoduchá čtvercová síť a pruhy.

Pro každou metodu potisku byl navržen jeden typ pruhů a tři typy sítí (obr. 2-7), které se odlišují tloušťkou svislých a podélných úseček a tím odlišují vzorečky různým zaplněním plochy barvivem. Při kvantifikaci vlastností se využije různé zaplnění barvivem k pozorování závislosti prodyšnosti a pevnosti na procentu zaplnění plochy potiskem.



Obrázek 2-7 - Vzory pro tisk

2.4.2 Výběr barviva a techniky potisku

Technologie potisku byla vybrána s ohledem na křehkost materiálu. Zvolený digitální tisk je vhodně šetrná metoda, protože při potisku nedochází k vyvíjení tlaku šablony či válce na materiál, ale hlavice s tryskami se pohybuje nad ním. Pro tuto metodu potisku bylo zvoleno pigmentové barvivo, které je vhodné pro širokou škálu textilních materiálů nejen z chemických vláken. Samotné pigmenty postrádají afinitu k textilním vláknům, a proto se na nich upevňují pomocí přidaných pojidel (lepidel). Předpokládaná hypotéza je, že lepící složka by mohla slepit v bodech některá vlákna k sobě a tím vyztužit vlákenný materiál a zlepšit některé mechanické vlastnosti (např. pevnost v tahu).

Druhá zvolená technika UV tisk byla navržena konzultantem této práce s odhadem na dosažení zajímavých výsledků. Při této technice se používají speciální inkousty vytvrzované pod ultrafialovým zářením. Druhá technika byla navržena také

pro porovnání s první technikou a doporučením vhodnější metody pro další experimenty.

U strojů pro obě metody tisku je ve výše uvedených specifikacích zmíněna rychlost pohybu kapky barviva od trysky k materiálu, která dosahuje až 100 kilometrové rychlosti. Tato vlastnost splňuje představu vpravení barviva co nejhlouběji do nanovlákných vrstev pro zvýšení efektivity v oblasti mechanických vlastností.

Pro snadnější rozlišení a zpracovávání vzorků byl pro každou metodu potisku zvolen jiný odstín modré barvy: světle modrá - pro klasický digitální tisk: tmavě modrá - pro UV tisk

2.5 Specifikace vzorků

Vzorek 1N (nepotisknutý)

- vzorek je v původním stavu bez potisku
- rozměr: 25 x 50 cm

Vzorek 2P (pigment) 29%

- potisk pigmentovým barvivem na 29% z celkové plochy
- rozměr: 17,2 x 22,2 cm
- vzor: pruhy

Vzorek 3P 33%

- potisk pigmentovým barvivem na 33% z celkové plochy
- rozměr: 16,1 x 22,3 cm
- vzor: síť se slabšími úsečkami

Vzorek 4P 48%

- potisk pigmentovým barvivem na 48% z celkové plochy
- rozměr: 16,1 x 22,4 cm
- vzor: síť s kombinací slabších a silnějších úseček

Vzorek 5P 49%

- potisk pigmentovým barvivem na 49% z celkové plochy
- rozměr: 17,5 x 22,5 cm
- vzor: síť se silnějšími úsečkami

Vzorek 6UV (UV tisk) 28%

- potisk barvivem vytvrzovaným UV lampou na 28% z celkové plochy

- rozměr: 17,6 x 22,5 cm
- vzor: pruhy

Vzorek 7UV 32%

- potisk barvivem vytvrzovaným UV lampou na 32% z celkové plochy
- rozměr: 16,2 x 22,4 cm
- vzor: síť se slabšími úsečkami

Vzorek 8UV 35%

- potisk barvivem vytvrzovaným UV lampou na 35% z celkové plochy
- rozměr: 16,2 x 22,5 cm
- vzor: síť s kombinací slabších a silnějších úseček

Vzorek 9UV 42%

- potisk barvivem vytvrzovaným UV lampou na 42% z celkové plochy
- rozměr: 17,6 x 22,4 cm
- vzor: síť se silnějšími úsečkami

Poznámka ke vzorkům: Odchytky mezi rozměry a zaplněním u stejných typů vzorů jsou způsobeny odlišností systémů pro zpracování vzorků na potiskovacích strojích a různým rozpitím okrajů vzoru.

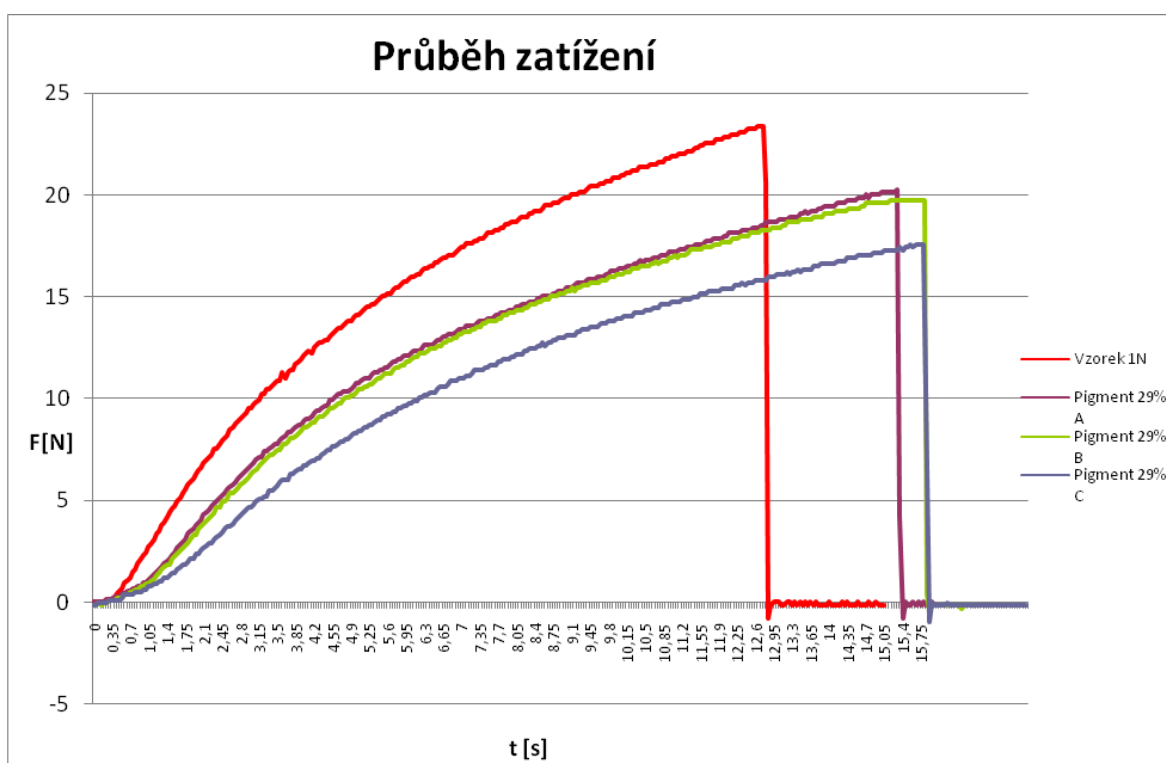
2.6 Měření pevnosti a tažnosti

Měření probíhalo podle normy ČSN ISO 13938-2: 2000 (třídící znak: 800875) [24]. Při zkoušce byl použit přístroj pro měření pevnosti instron 4411, umístěný na KTM Technické univerzity v Liberci. Každý z devíti vzorků byl rozstřížen na 3 vzorky o rozměru 5 x 20 cm, což znamená, že testováno bylo celkem 27 vzorků. Vzhledem k ceně materiálu nebylo vytvořeno více vzorků pro testování. Při zkoušce není určeno, v jakém směru probíhá měření, protože se jedná o netkanou textilií, která nemá běžné 2 soustavy (osnovu a útek), ale vlákna jsou nahodile orientovaná. Upínací délka je nastavená 10 cm a rychlost zatěžování je 100 mm/min. Vzorky byly před provedením zkoušky dány na 24 hodin do klimatizující komory.

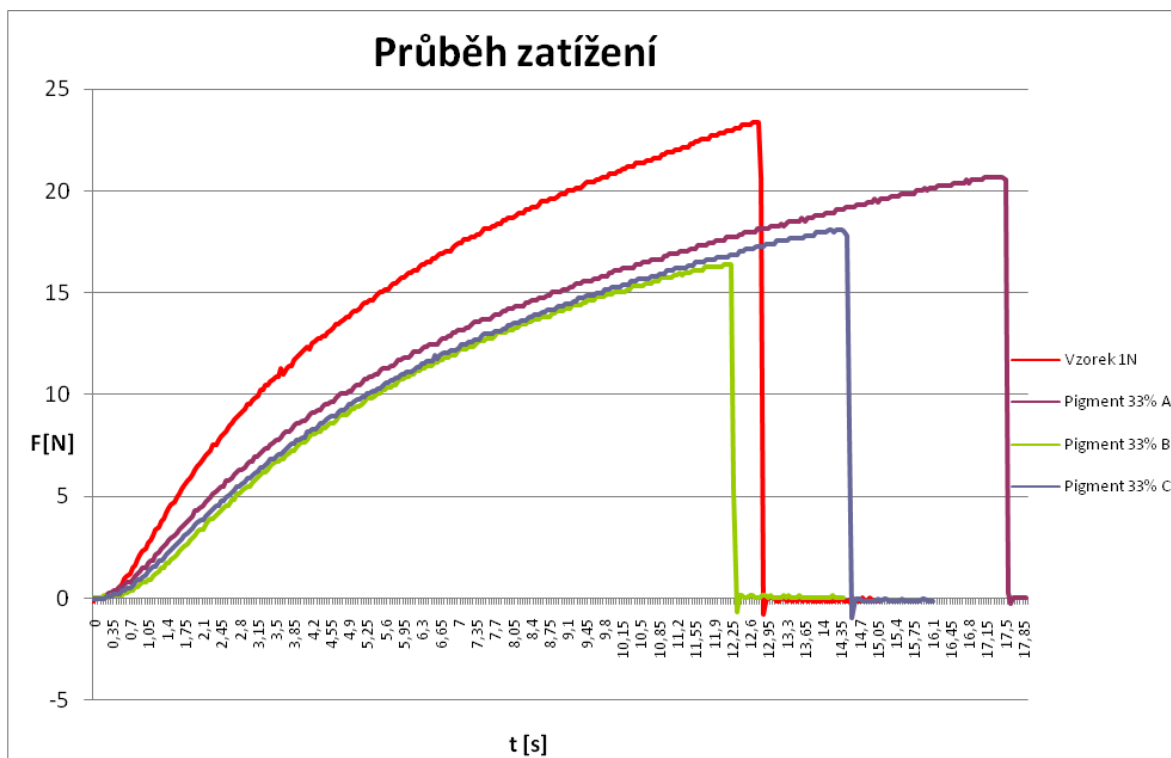
2.6.1 Postup měření

Vzorek byl na obou koncích upnut 5 centimetrů do pneumatických čelistí (obr. 16). Po spuštění přístroje se čelisti od sebe začnou vzdalovat a na vzorek se protahuje za působení tahové síly. Až dojde k přetržení všech vrstev materiálu, přístroj se musí zastavit a čelisti se vrátí do výchozí polohy, aby se mohl měřit další vzorek. Působící síla i protažení vzorku je zaznamenáváno i vyhodnoceno pomocí počítače. Výsledky měření jsou v podobě následujících grafů a tabulky v příloze č. 2

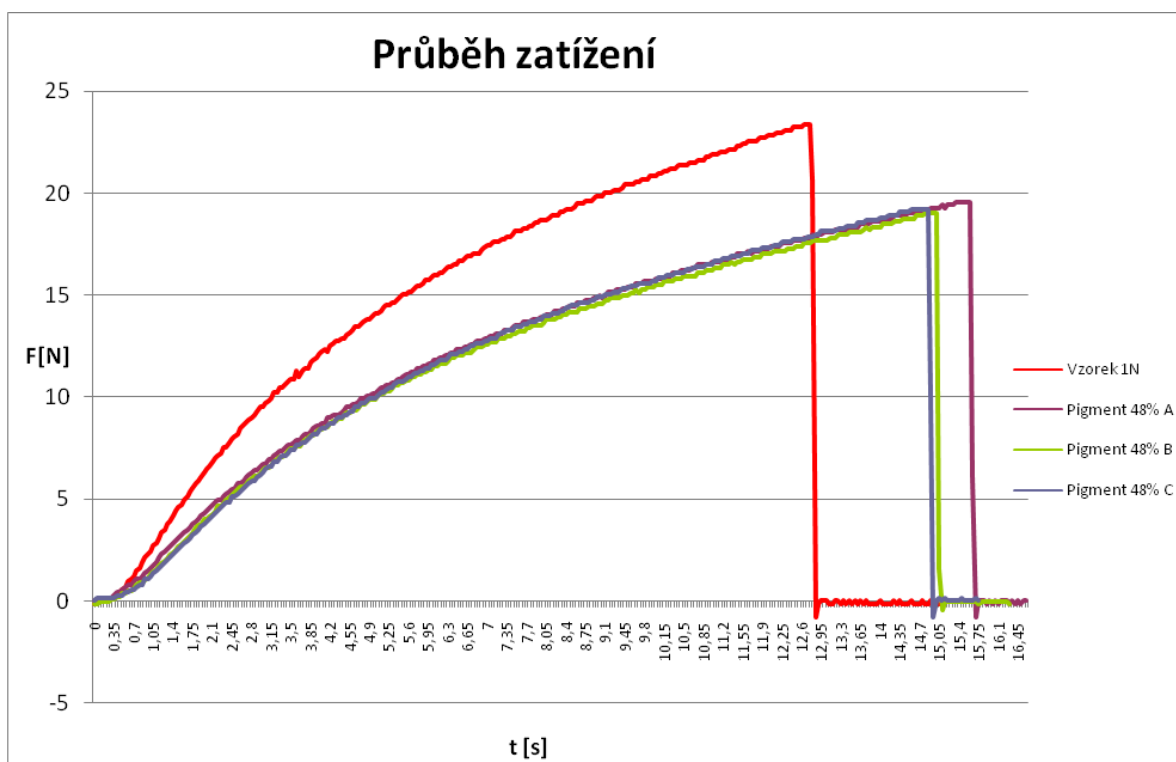
2.6.2 Výsledky měření



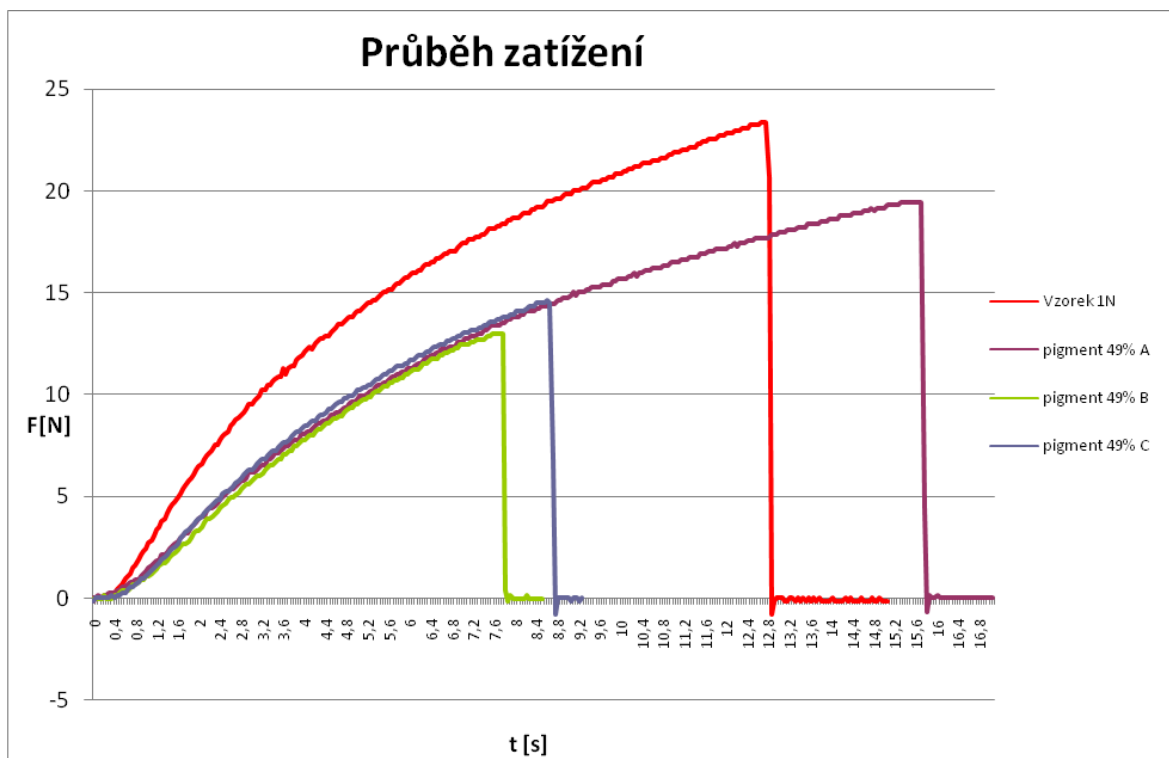
Graf 2-1- porovnání pevnosti vzorků 2 P 29 % s nepotíštěným vzorkem 1N



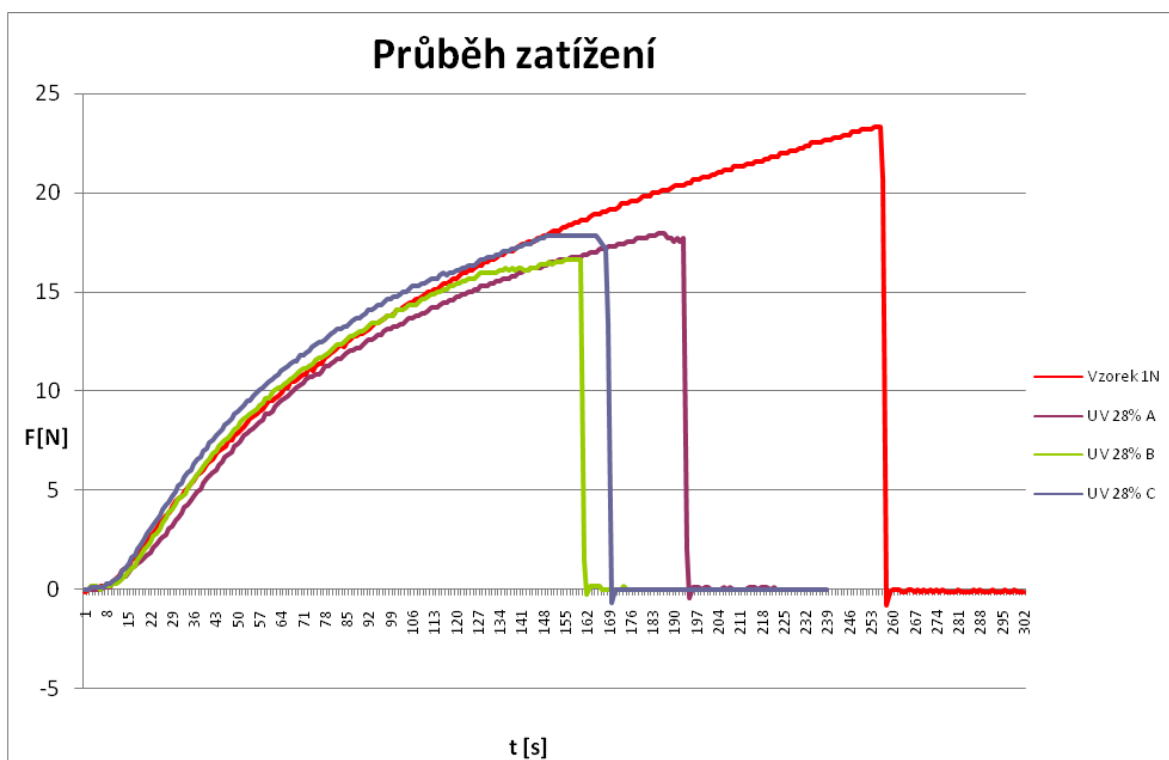
Graf 2-2 - porovnání pevnosti vzorků 3 P 33 % s nepotištěným vzorkem 1N



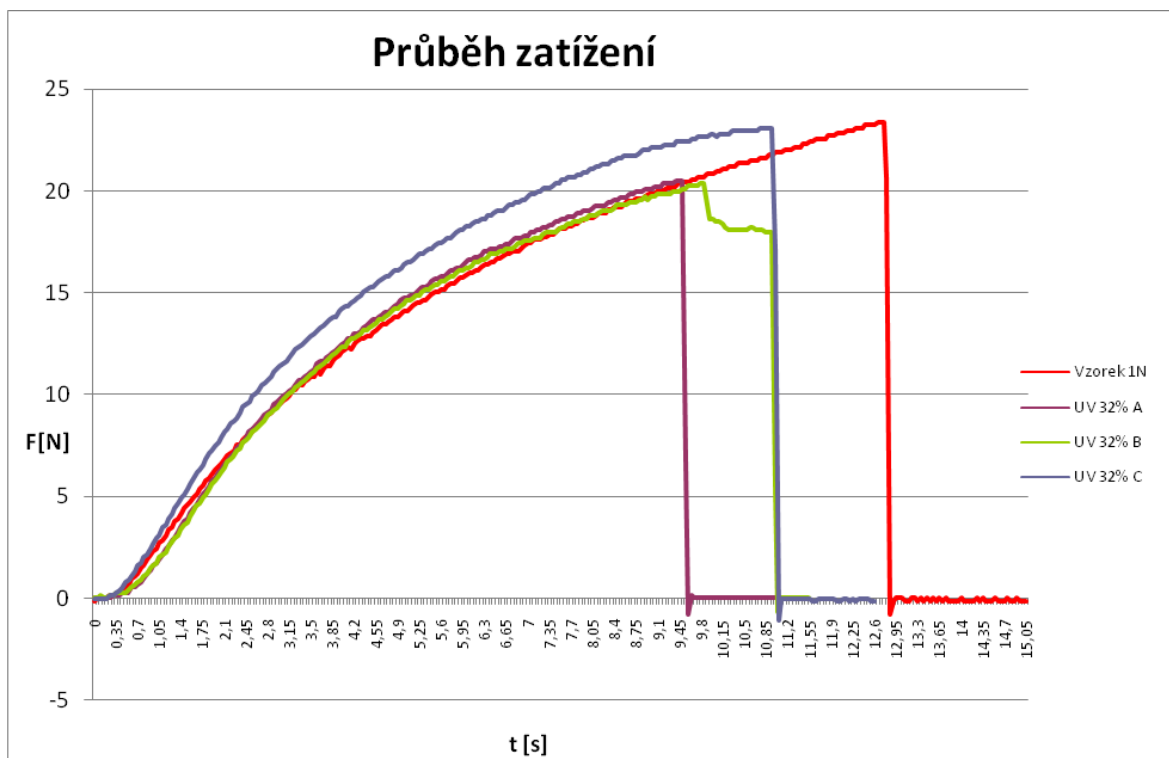
Graf 2-3 - porovnání pevnosti vzorků 4 P 48 % s nepotištěným vzorkem 1N



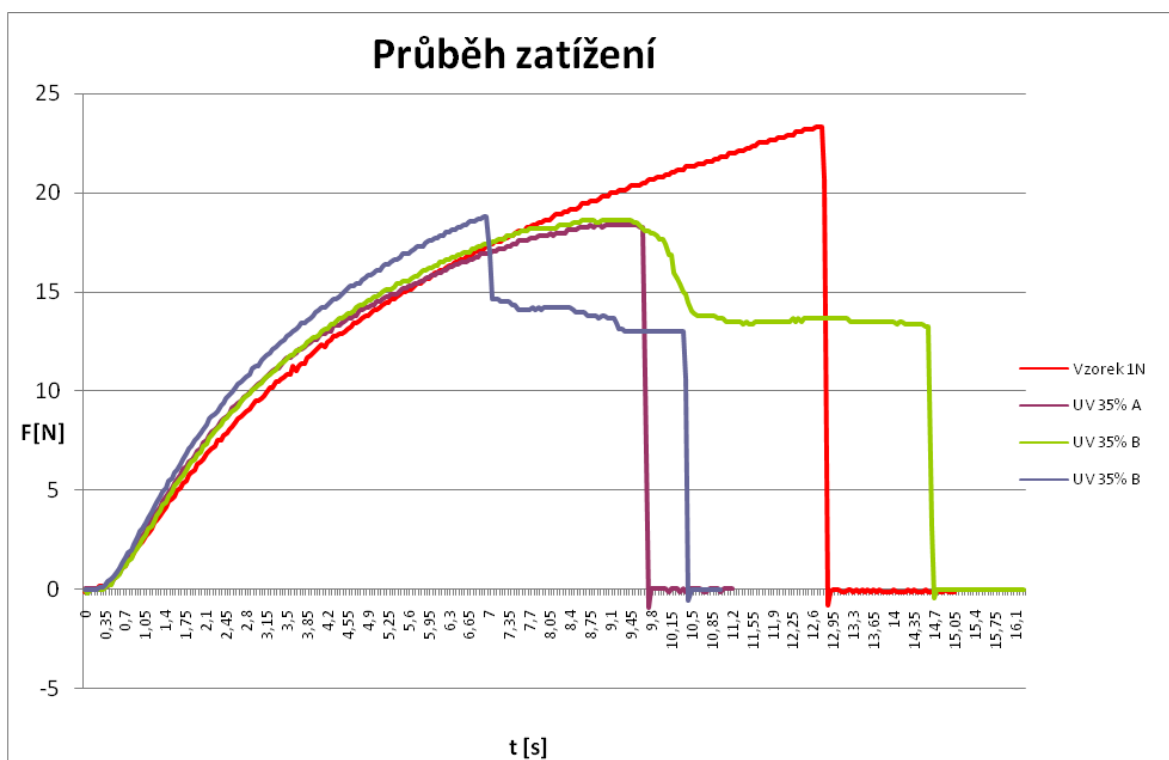
Graf 2-4 - porovnání pevnosti vzorků 5 P 49 % s nepočištěným vzorkem 1N



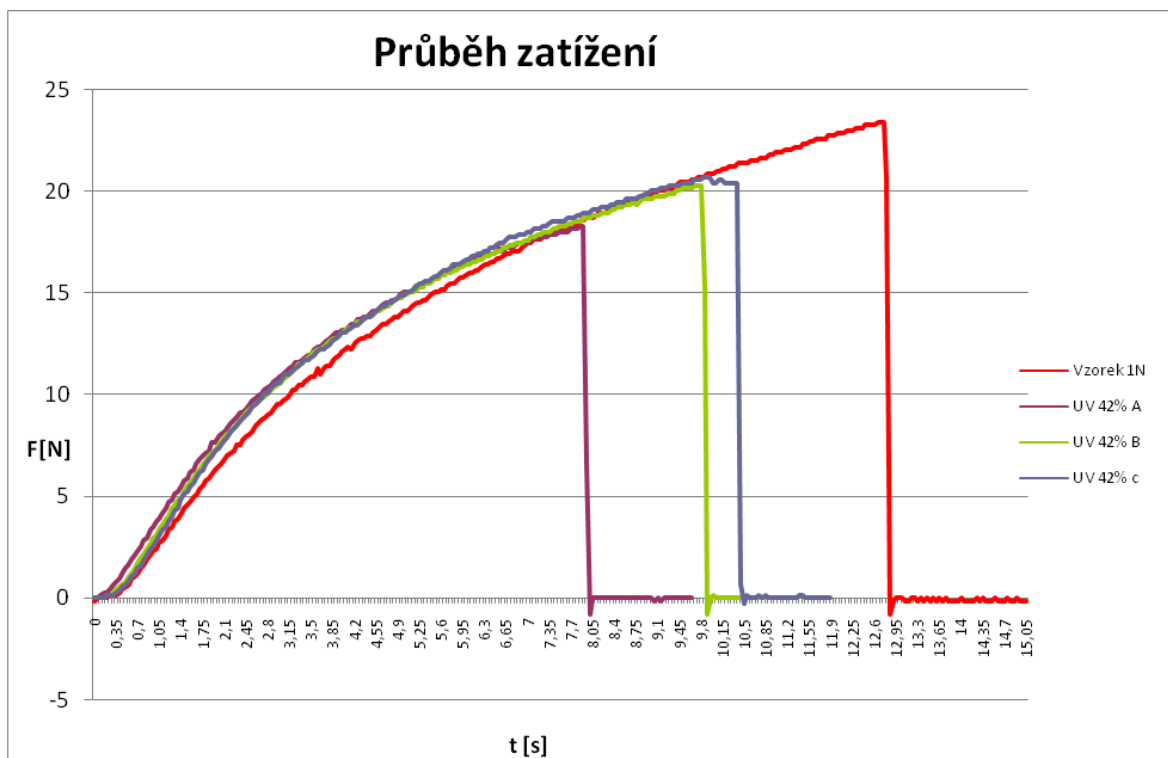
Graf 2-5 - porovnání pevnosti vzorků 6 UV 28 % s nepočištěným vzorkem 1N



Graf 2-6 - porovnání pevnosti vzorků 7 UV 32 % s nepoťištěným vzorkem 1N



Graf 2-7 - porovnání pevnosti vzorků 8 UV 35 % s nepoťištěným vzorkem 1N



Graf 2-8 - porovnání pevnosti vzorků 9 UV 42 % s nepotíštěným vzorkem 1N

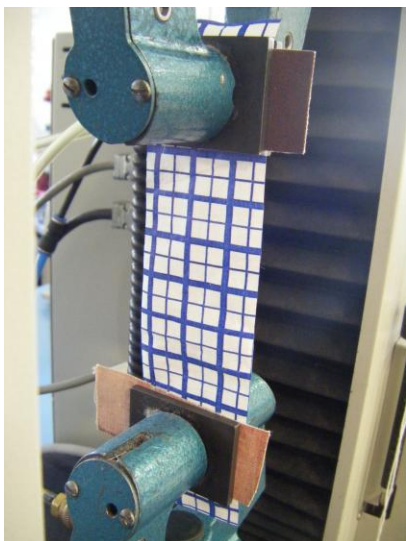
Na grafech je zaznamenán průběh zatížení materiálu, kde osa x je čas trvání zkoušky v sekundách a na ose y působící síla v Newtonech. První čtyři grafy ukazují vztah potíštěného materiálu pigmentovým barvivem s pevností, která se snížila, ale zatížení odolával vzorek déle. Na dalších grafech je vidět tento vztah porovnaný s UV tiskem, u kterého se pevnost také snížila a zatížení odolává vzorek kratší dobu.

Tabulka 2-1- shrnutí změn pevnosti a protažení

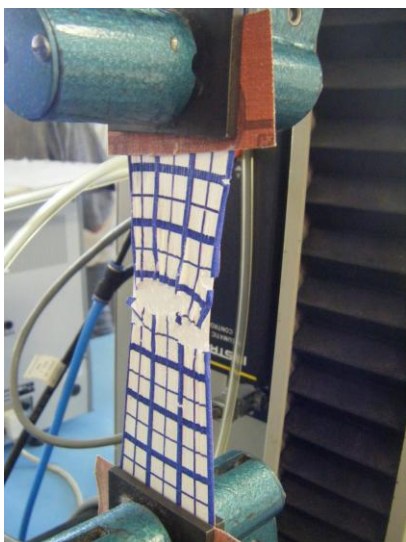
Vzorky	Nepotíštění	Pigment	UV
Průměrná hodnota Max síly	23,530	19,003	19,290
Procentuální změna Síly oproti nepotíštěnému vzorku	0%	-19%	-18%
Průměrná hodnota Max protažení	27,763	30,133	19,573
Procentuální změna protažení oproti nepotíštěnému vzorku	0%	9%	-29%

V tabulce č. 2-1 jsou uvedeny průměrné hodnoty z většiny měření pevnosti vzorků s pigmentovým tiskem a ze všech měření pevnosti vzorků s UV tiskem. Do závěrečných výsledků nebylo zahrnuto měření pevnosti dvou částí ze vzorečku 5 P 49% (graf č. 2-4), protože došlo k ovlivnění zkoušky špatným upevněním do čelistí stroje a špatným ustřížením vzorku. Dále jsou shrnuty změny tažnosti vzorků.

2.6.3 Shrnutí měření pevnosti



Obrázek 2-8 - upnutí do čelistí



Obrázek 2-9 - částečně protřžený vzorku (UV tisk)

Testované vzorky byli při měření pevnosti velmi citlivé na drobně zubatý okraj od nůžek, kde se vzorek rychleji protřhl. Další ovlivňující faktor zkoušek byla obtížnost rovnoměrného upnutí do čelistí, protože kvůli elektrostatickým silám vzorku se s ním hůře manipulovalo. Dva vzorky s nejvýraznější odchylkou byly vyřazeny z hodnocení.

U obou metod potisku došlo ke snížení pevnosti při stejných zatěžovacích podmínkách. U vzorků s pigmentovým tiskem se pevnost snížila průměrně o 19%, ale vzorky začaly klást odpor až při větším protažení oproti nepotisknutým vzorkům. Z toho vyplývá, že se pigmentovým potiskem zlepšila tažnost materiálu a to průměrně o 9%.

Vzorkům s druhým typem potisku se pevnost snížila průměrně o 18 % a na rozdíl od pigmentového tisku se snížila i tažnost a to průměrně o 29%. Vliv na ztrátu pevnosti má pravděpodobně ultrafialové záření působící při tisku. Na obrázku číslo 17 můžeme vidět, že nejdříve praskly potištěné nanovlákněné vrstvy a až později ostatní nepotisknuté. Nejlépe je tento jev vidět na grafu č. 7, kde se křivky zformují do tvaru schodu. Výsledkem UV potisku je celkové oslabení materiálu z hlediska pevnost a tažnosti.

Při pozorování vztahu mezi pevností a zaplněním plochy barvivem není viditelná žádná výrazná závislost.

2.7 Měření prodyšnosti

Testování probíhalo podle normy ČSN ISO 9237: 1995 (třídící znak: 800817) [25]. Podstatou zkoušky je změřit rychlost proudu vzduchu procházejícího kolmo danou plochou plošné textilie při stanoveném tlakovém spádu. Při zkoušce byl použit přístroj pro měření prodyšnosti FX 3300 umístěný na KHT Technické univerzity v Liberci. Při zkoušce byla použita zkušební plocha 20 cm² a nastavený doporučený tlakový spád 100 Pa. Vzorky byly umístěny na 24 hodin do klimatizující komory a následná zkouška probíhala za běžných klimatických podmínek

2.7.1 Postup měření

Zkouškou prodyšnosti prošlo 9 vzorků s výše uvedenou specifikací. Vzorky jsou jednostranně povrstvené, a proto byly na měřicí plochu pod upínací rameno umístěny povrstvenou stranou směrem k nižšímu tlaku, aby se zabránilo netěsnostem. Pro zabránění netěsnostem na okrajích zkušebních vzorků byl použit ochranný prstenec a následně bylo spuštěno měření proudu procházejícího vzduchu. Každý vzorek byl měřen na 10 různých místech. Hodnoty naměřené přístrojem po ustálení v mm/s jsou uvedeny v tabulce č. 2-2.

2.7.2 Výsledky měření

Tabulka 2-2 - snížení prodyšnosti vzorků

vzorky	Průměrná hodnota prodyšnosti [mm/s]	variační koeficient [%]	snížení prodyšnosti [%]
1 N	1,93	2,81	0
2 P 29%	1,58	1,63	18,1
3 P 33%	1,65	4,64	14,5
4 P 48%	1,45	3,91	24,9
5 P 49%	1,35	3,01	30,1
6 UV 28 %	1,5	4,45	22,27
7 UV 32%	1,32	2,45	31,6
8 UV 35%	1,27	4,8	34,2
9 UV 42 %	1,13	2,48	41,5

Tabulka číslo 2-2 ukazuje průměrnou hodnotu prodyšnosti ze všech naměřených hodnot každého vzorku a variační koeficient těchto hodnot. V posledním sloupci je zobrazeno snížení prodyšnosti v porovnání se vzorkem 1N (s nepotisknutým).

2.7.3 Shrnutí měření prodyšnosti

Se stoupajícím procentem zaplnění plochy barvivem prodyšnost klesá, ale neklesá v přímé úměrnosti. V nižších hodnotách se procento zaplnění více liší od procenta snížení prodyšnosti, ale s nárůstem zaplnění se odchylka zmenšuje a v případě UV tisku se u 40% již téměř shoduje.

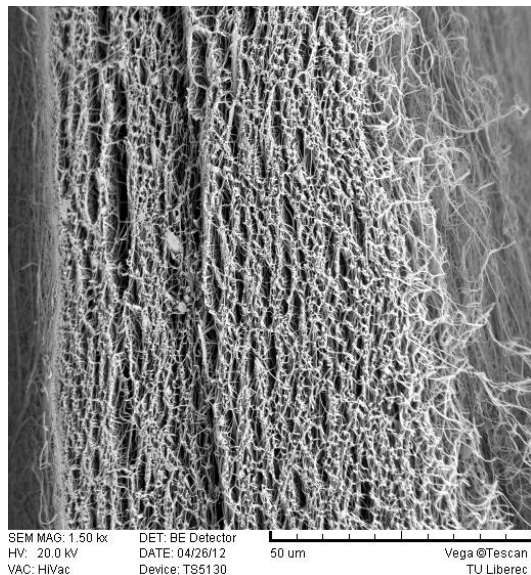
Vzorky potištěné pigmentovými barvivy dosahují lepší prodyšnosti při přibližně stejném procentu zaplnění u UV potisku. Ovlivňujícím faktorem by mohla být kvalita UV tisku, kde stroj v místech mezi čarami sítě otiskl i detaily, které byly vidět až po zvětšení obrázku návrhu ve formátu jpg a také na obrázcích z elektronového mikroskopu.

2.8 Elektronová mikroskopie

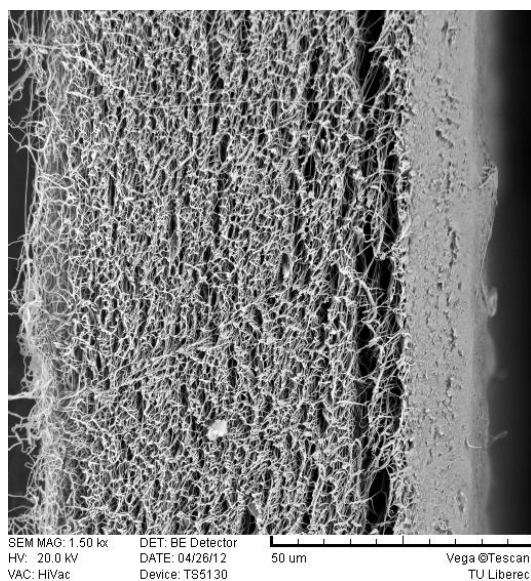
Pro zobrazení nanovlákněné vrstvy pomocí rastrovacího elektronového mikroskopu Tescan bylo vybráno 6 vzorků: nepotištěný vzorek plocha a řez, vzorek potištěný pigmentovým barvivem plocha a řez a vzorek potištěný metodou UV tisk také plocha a řez. V první fázi jsou vzorky nastříhány a nalepeny na malé podkladové destičky. Potom musí být vzorky pozlaceny v tomto případě na stroji SCD 030 a teprve

pak mohou být vloženy do komory mikroskopu. V komoře se odčerpá vzduch, protože tvoření obrazu probíhá ve vakuu. Výsledný obraz je zpracován a vyobrazen na počítači.

2.8.1 Hodnocení v řezu



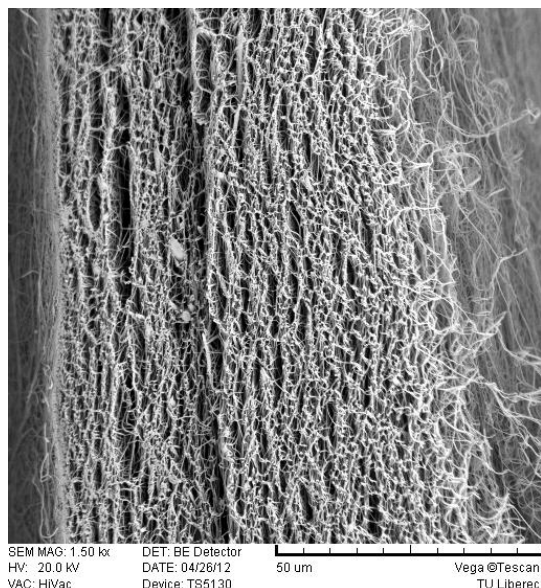
Obrázek 2-10 – zvětšený nepotisknutý vzorek



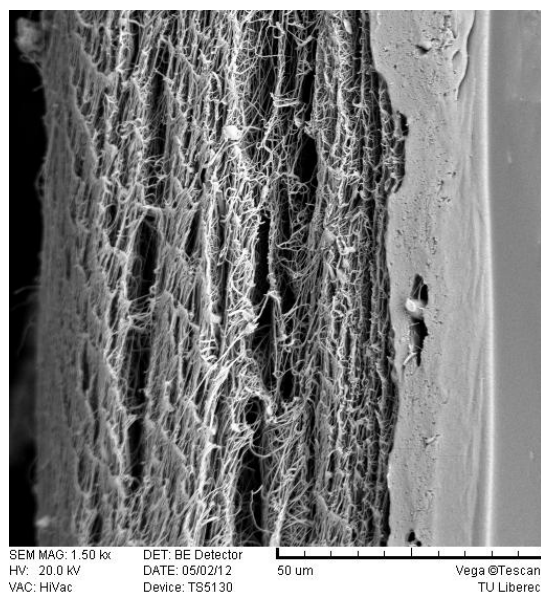
Obrázek 2-11- zvětšený vzorek s pigmentovým barvivem

Na obrázcích 2-10 a 2-11 porovnáváme 1500x zvětšené nanovlákněné vrstvy. Nepotisknutý vzorek byl na levé straně oddělen od podkladového materiálu a na pravé straně vykazuje nestejnoměrnosti, které ovlivnila do určité míry manipulace se vzorkem. Vrstva barviva na potištěném vzorku je pravidelná a vyrovnává tak nestejnoměrnosti původního materiálu. Barvivo proniklo přibližně do 1/5 vrstev.

Viditelný problém nastává mezi vrstvou barviva a neobarvenými vlákny, kde vlákenná vrstva má tendenci se oddělit.



Obrázek 2-12 - zvětšený nepotisknutý vzorek

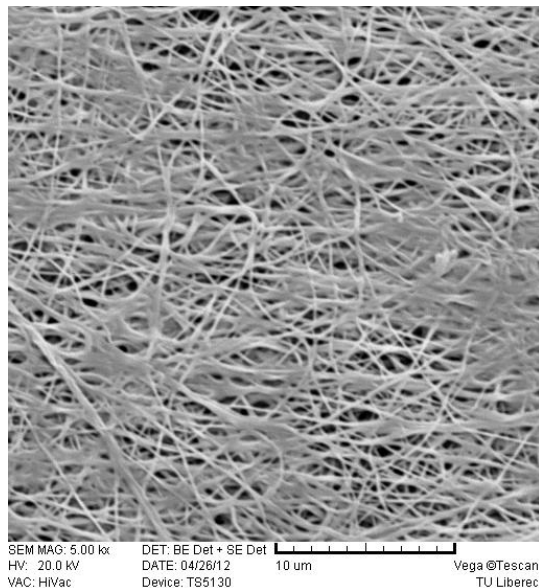


Obrázek 2-13 - zvětšený vzorek s UV tiskem

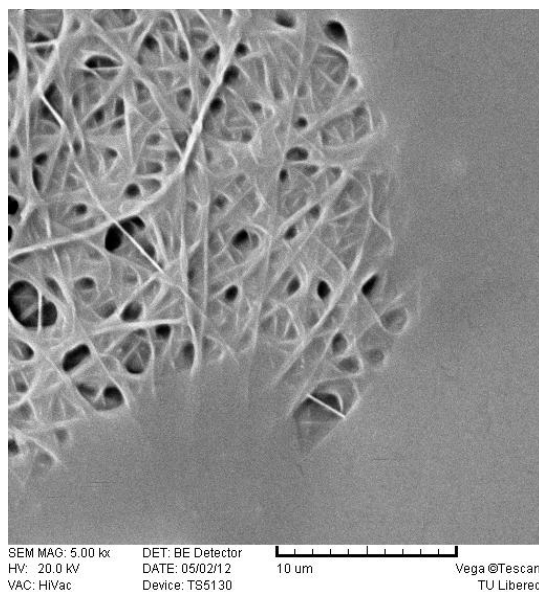
Obrázek 2-12 a 2-13 porovnává nepotisknutý vzorek s potištěným vzorkem pomocí UV tisku. Zvětšení je opět 1500x. V porovnání s pigmentovým barvivem je vrstva UV potisku mnohem méně rovnoměrná, ale je více přilnutá k nepotištěným vláknům. Protisk je jen o něco méně hlubší než u předchozího vzorku, protože část barviva zůstala pouze na povrchu materiálu.

Povrch u UV tisku je lehce zvlněný oproti pigmentovému tisku(pravděpodobně reakce na UV záření).

2.8.2 Hodnocení povrchu



Obrázek 2-14 - zvětšení pigmentového tisku



Obrázek 2-15 - zvětšení UV tisku

Na obrázcích 2-14 a 2-15 je zobrazený 5 000x zvětšený povrch vlákněné vrstvy s pigmentovým potiskem a UV potiskem. U prvního obrázku je vidět, že pigmentové barvivo se ve větší míře vsáкло do povrchu vrstvy a jen minimální poměr zůstává na povrchu. Zároveň zanechává hodně volného mezivlákněného prostoru, díky němuž tak výrazně neklesla prodyšnost jako u druhé metody tisku. Barvivo vytvrzené

ultrafialovým světlem zalilo v místě vzoru většinu mezivlákného prostoru a někde zůstal i větší podíl vrstvy na povrchu materiálu.

2.9 Hodnocení tisku

Obě metody tisku byly pouze subjektivně ohodnoceny. Porovnání obou metod je zobrazeno na obr 2-16.

Odstín:

UV tisk – sytý odstín tmavě modré barvy

pigmentový tisk – sytý odstín světle modré barvy

Vybarvení v ploše vzoru :

UV tisk – plné vybarvení v místech vzoru i bez předchozí povrchové úpravy

pigmentový tisk – stejně jako u UV tisku je plné vybarvení vzoru

Ostrost tisku:

UV tisk – velmi kvalitní ostrý tisk

pigmentový tisk – hranice vzoru jsou lehce rozmazané

Lesk

UV tisk – viditelný lesk

pigmentový tisk – vzor je bez lesku - matný

Protisk

UV tisk – z rubní strany není vidět žádný náznak protisku

pigmentový tisk – z rubní strany jsou patrné kapičky barviva ve směru vzoru



Obrázek 2-16 - porovnání tisků

3 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala možnostmi zlepšení vlastností neupravené nanovlákněné vrstvy pomocí dvou typů potisku se zaměřením na pevnost a chováním barviva ve vrstvách materiálu. Vzorky byly potisknuty s různým procentem zaplnění plochy barvivem, díky kterému byla pozorována závislost tohoto faktoru na pevnosti a prodyšnosti.

U vzorků potištěných pigmentovým barvivem i u vzorků potištěných speciálním barvivem vytvrzovaným pod UV lampou nedošlo ke zvýšení pevnosti, ale naopak ke snížení (grafy 2-1 až 2-8). Z tohoto hlediska nemůžeme doporučit ani jednu metodu potisku pro další vývoj zpevňování nanostruktur. V případě pigmentového tisku jsme ale zaznamenali delší odolávání vzorků při zatížení. Přístroj pro měření pevnosti také zaznamenával protažení vzorků neboli tažnost. Vzhledem ke zlepšení tažnosti můžeme metodu pigmentového tisku pro další testování a hledání uplatnění v praxi.

Při pozorování vztahu mezi pevností a zaplněním plochy barvivem nebyla viditelná žádná výrazná závislost.

Prodyšnost vzorků byla vyhodnocena v tabulce č. 2-2, kde jsme pozorovali závislost prodyšnosti na zaplnění. Se zaplněním prodyšnost klesala, ale ne přímou úměrností. V nižších hodnotách se procento zaplnění více liší od procenta snížení prodyšnosti, ale s nárůstem zaplnění se odchylka zmenšuje a procenta se dostávají na blízké hodnoty. Jelikož nebyla objevena závislost procenta zaplnění plochy barvivem s tažností, můžeme pro další testy doporučit použití nižšího zaplnění, protože tím získáme lepší prodyšnost.

Ve vlákněných vrstvách se typy barviv chovali odlišně. Pigmentové barvivo se dostalo hlouběji do vrstev, ale na hranici s neobarvenými vlákny mělo tendenci se od nich oddělovat (obr. 2-11). Zbytek nepotištěných vláken se zdál být homogenní na rozdíl od druhého vzorku s UV tiskem (obr. 2-13). Celková vrstva vypadá nestejnorodě a působí více nestabilně, což bylo potvrzeno výsledky pevnosti a tažnosti. Díky elektronové mikroskopii jsme také mohli odůvodnit lepší prodyšnost při pigmentovém tisku, která byla způsobena ulpěním barviva více na vláknech než v mezivlákněném prostoru jako tomu bylo u UV tisku (obr. 2-14 a 2-15).

Z hlediska použití musíme vyloučit většinu aplikací v medicínské oblasti, kvůli použitým chemikáliím v barvivech. Uplatnění v jiných oblastech je nutné zvážit s ohledem na významnost faktoru tažnosti, který se nám podařilo zlepšit.

Seznam tabulek

Tabulka 2-1- shrnutí změn pevnosti a protažení.....	33
Tabulka 2-2 - snížení prodyšnosti vzorků	36

Seznam grafů

Graf 2-1- porovnání pevnosti vzorků 2 P 29 % s nepotištěným vzorkem 1N.....	29
Graf 2-2 - porovnání pevnosti vzorků 3 P 33 % s nepotištěným vzorkem 1N.....	30
Graf 2-3 - porovnání pevnosti vzorků 4 P 48 % s nepotištěným vzorkem 1N.....	30
Graf 2-4 - porovnání pevnosti vzorků 5 P 49 % s nepotištěným vzorkem 1N.....	31
Graf 2-5 - porovnání pevnosti vzorků 6 UV 28 % s nepotištěným vzorkem 1N	31
Graf 2-6 - porovnání pevnosti vzorků 7 UV 32 % s nepotištěným vzorkem 1N	32
Graf 2-7 - porovnání pevnosti vzorků 8 UV 35 % s nepotištěným vzorkem 1N	32
Graf 2-8 - porovnání pevnosti vzorků 9 UV 42 % s nepotištěným vzorkem 1N	33

Seznam obrázků

Obrázek 1-1- bavlněné vlákno [2]	10
Obrázek 1-2 - lidský vlas [2]	10
Obrázek 1-3 proces elektrostatického zvlákňování [3].....	11
Obrázek 1-4 - zvlákňovací prostor [2].....	12
Obrázek 1-5 - Zvlákňování z tyčky. 1- zdroj napětí, 2- kovová tyč, 3- polymerní roztok, 4- vznikající nanovlákná, 5- uzemněný kolektor.[2].....	14
Obrázek 1-6 - nanospider [2].....	14
Obrázek 1-7 - červená krvinka a nanovlákná [11].....	15
Obrázek 1-8 - filtr s nanovlákná [11]	16
Obrázek 2-1 - colorspace	24
Obrázek 2-2 - Manta KM8/720UV	24
Obrázek 2-3 - elektronový mikroskop Tescan.....	24
Obrázek 2-4 - Přístroj na pozlácování	25
Obrázek 2-5 - Prodyšnost – FX 3300	25
Obrázek 2-6 - Trhačka – Instron 4411.....	25
Obrázek 2-7 - Vzory pro tisk.....	26
Obrázek 2-8 - upnutí do čelistí	34
Obrázek 2-9 - částečně protřazený vzorku (UV tisk)	34
Obrázek 2-10 - – zvětšený nepotisknutý vzorek.....	37
Obrázek 2-11- zvětšený vzorek s pigmentovým barvivem.....	37
Obrázek 2-12 - zvětšený nepotisknutý vzorek.....	38
Obrázek 2-13 - zvětšený vzorek s UV tiskem	38

Obrázek 2-14 - zvětšení pigmentového tisku	39
Obrázek 2-15 - zvětšení UV tisku	39
Obrázek 2-16 - porovnání tisků	40

Seznam použité literatury

- [1] <http://www.nanotechnologie.cz/storage/nanotechnologieusa.pdf?#page=7>
- [2] Košťáková, E.: Úvod do elektrostatického zvlákňování, přednášky, TU Liberec 2011, čerpáno z: <https://moodle.fp.tul.cz/nano/course/view.php?id=22&topic=8>
- [3] Růžicková, J.: Elektrostatické zvlákňování nanovláken, TU Liberec 2006
- [4] Hájková, M.: Bakalářská práce, Adheze nanovlákných vrstev k podkladovému materiálu, Liberec 2008
- [5] Kotásková, R.: Diplomová práce, Analýza využitelnosti nanovlákných filtrů v oblasti kapalinové filtrace pohonných hmot a olejů, Liberec 2010
- [6] Pokorný, P.; Mikeš, P.; Lukáš, D.: Neobvyklé vlastnosti procesu elektrostatického zvlákňování, Liberec 2009, čerpáno z: http://www.nanocon.cz/files/proceedings/nanocon_09/Lists/Papers/051.pdf
- [7] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Nanovl%C3%A1kna>
- [8] <http://artec.tul.cz/?content=upload/ARTEC-kapitola6-sidlof-hruza.pdf&lang=cs>
- [9] http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/zvt_p_1.pdf
- [10] <http://www.nafigate.com/cs/section/portal/app/portal-article/detail/69818-o-nanovlaknech>
- [11] Jirsák, O.; Lukáš, D.; Sanetník, F.; Martinová, L.; Chaloupek, J.; Růžicková, J.; Košťáková, E.; Hruza, J.: Výroba a vlastnosti nanovláken, Přednášky, TU Liberec, čerpáno z: <http://www.ft.tul.cz/depart/knt/nove/dokumenty/studmaterialy/ntt/nanoact.ppt>.
- [12] Dembický, J.; Kryštůfek, J.; Machaňová, D.; Odvárka, J. Prášil, M. Wiener, J.: Zušlechťování textilií, TU Liberec 2008
- [13] Prášil, M.; Šašková, J.: Potiskování textilií, TU Liberec 2008
- [14] Bella, J.; Pivec, V.; Štěpánek, O.: Potiskování textilií ze syntetických vláken, Praha 1981
- [15] Lipenská, B.: Možnosti přenosového tisku na bavlněné textilie, TU Liberec 2011
- [16] <http://www.etextil.cz/cti/1/98/z-historie-textilu-a-mody/>
- [17] <http://leccos.com/index.php/clanky/piezoelektricky-jev>
- [18] http://cs.wikipedia.org/wiki/Digit%C3%A1ln%C3%AD_tisk
- [19] http://translate.google.cz/translate?hl=cs&langpair=en|cs&u=http://www.sun-nsk.ru/en/pressroom/technology/uv_lamps.htm

- [20] http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=7047
- [21] http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronov%C3%BD_mikroskop
- [22] <http://biologie.upol.cz/mikroskopie/rastrovaci%20em.htm>
- [23] http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=37964
- [24] ČSN EN ISO 13938-2 Textilie – Vlastnosti plošných textilií při protlaku – část 2: Pneumatická metoda pro zjišťování pevnosti v protržení a roztažení při protržení, Brno 2000
- [25] ČSN EN ISO 9237 Textilie – Zjišťování prodyšnosti plošných textilií, Brno 1996

Seznam příloh

Příloha 1

Obrázky z rastrovací mikroskopie

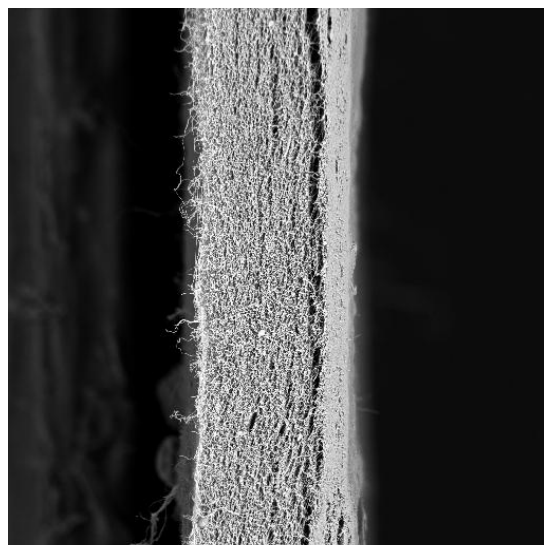
Příloha 2

Tabulka s výpočty z trhacího stroje instron 4411

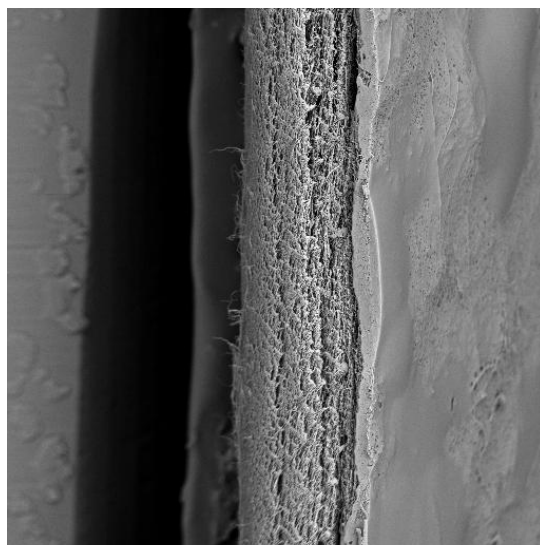
Příloha 3

Obrázky UV tisku

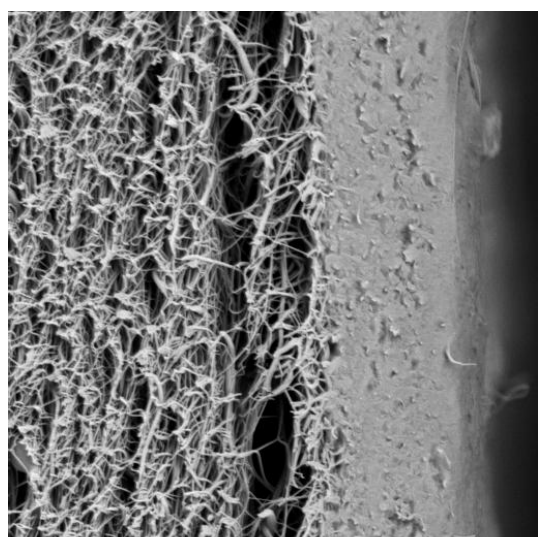
Příloha č. 1



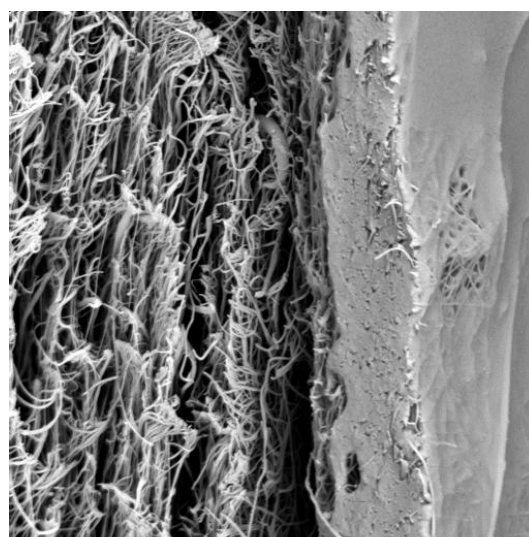
Řez vzorku s pigmentovým tiskem, zvětšení 500x



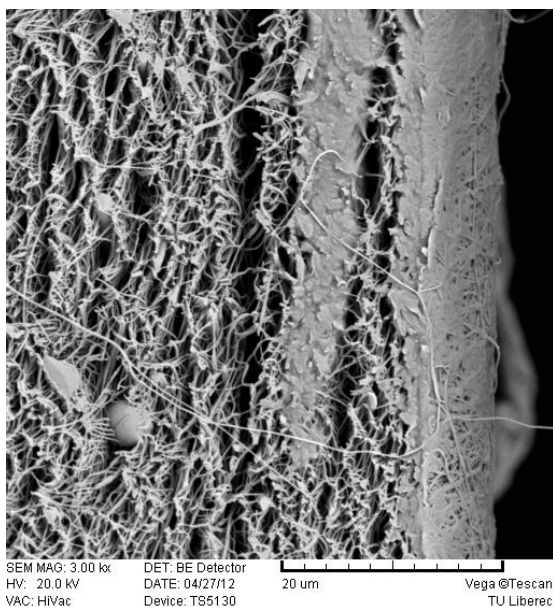
Řez vzorku s UV tiskem, zvětšení 500x



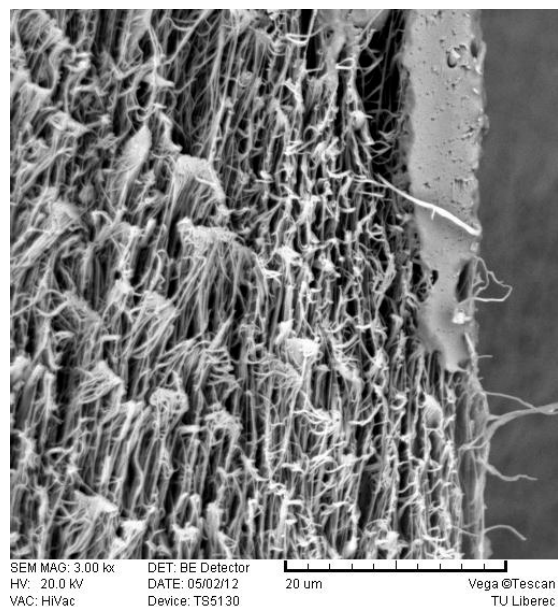
Řez vzorku s pigmentovým tiskem, zvětšení 3000x



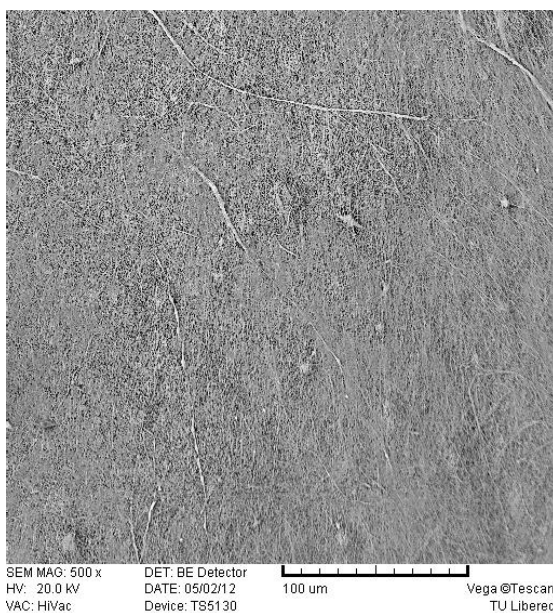
Řez vzorku s UV tiskem, zvětšení 3000x



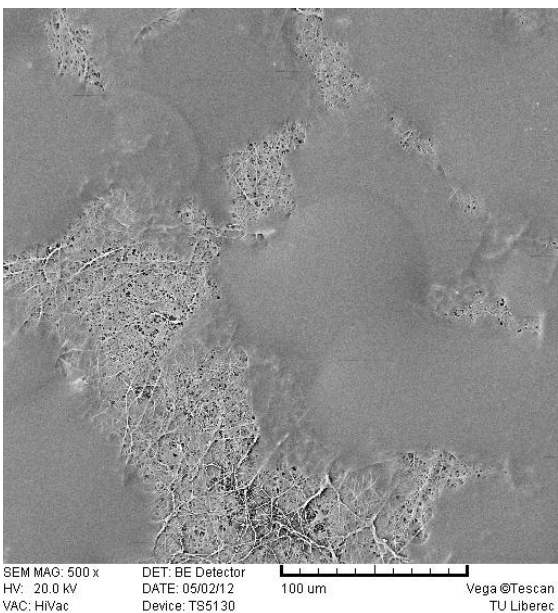
Hranice vzoru – pigmentový tisk, zvětšení 3 000x



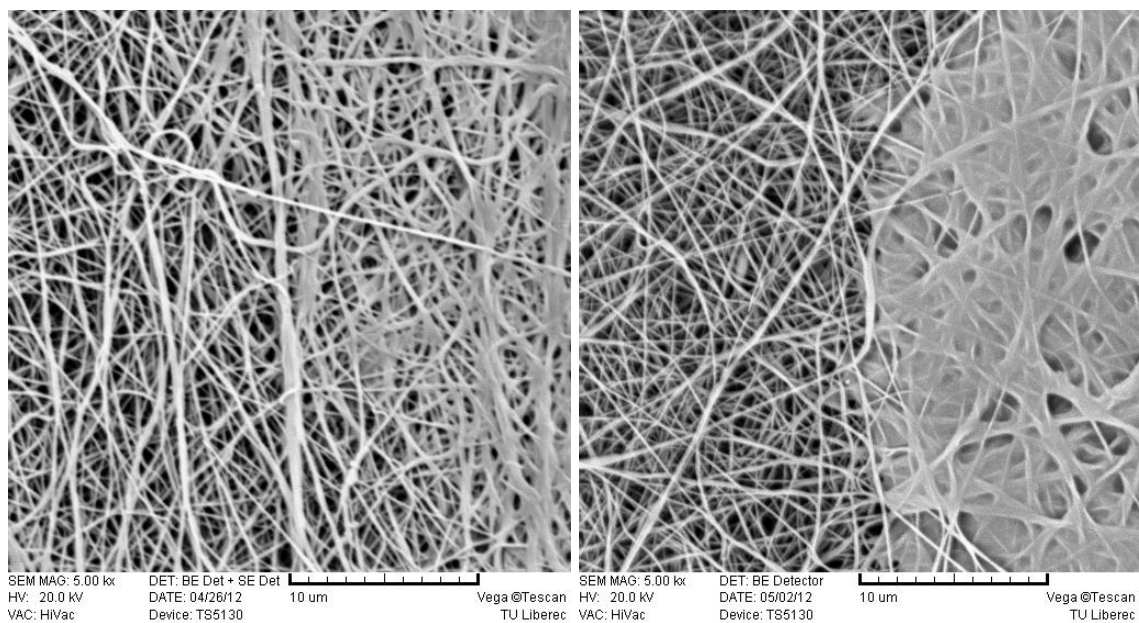
Hranice vzoru – UV tisk, zvětšení 3 000x



plocha vzorku s pigmentovým tiskem, zvětšení 500x

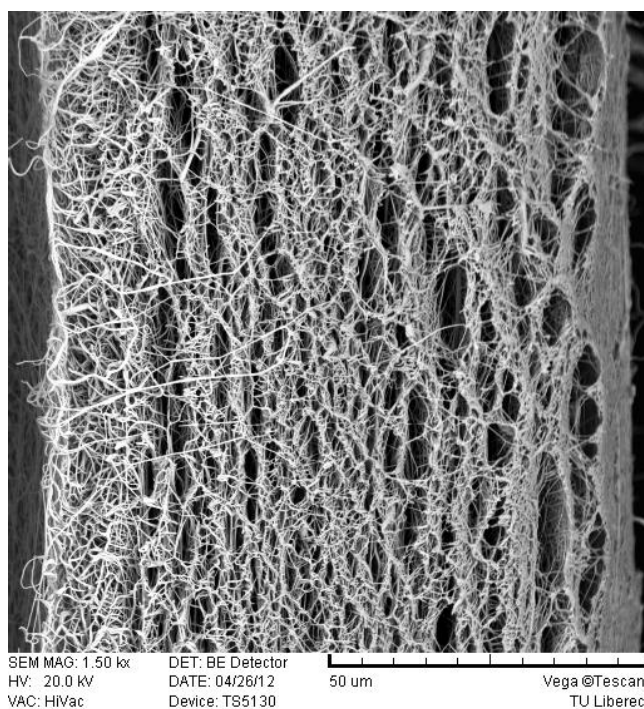


Plocha vzorku s UV tiskem, zvětšení



Hranice vzoru – pigmentový tisk, zvětšení 5 000x
5 000x

Hranice vzoru – UV tisk, zvětšení

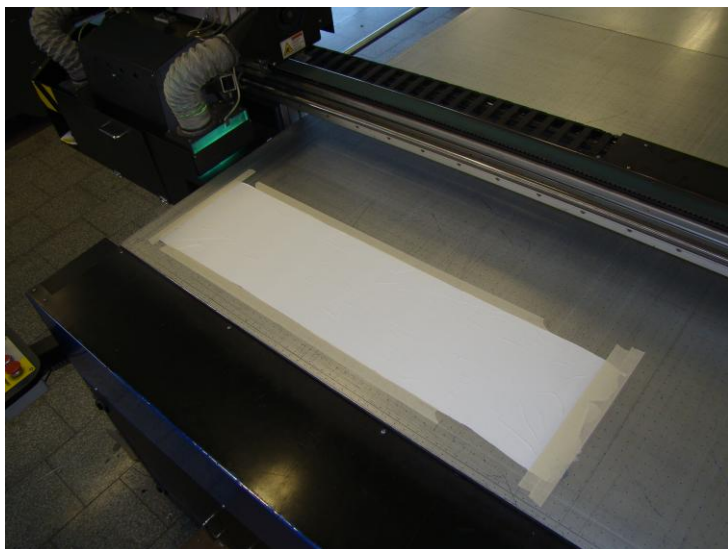


Nepotlaštěný vzorek, zvětšení 1 500x

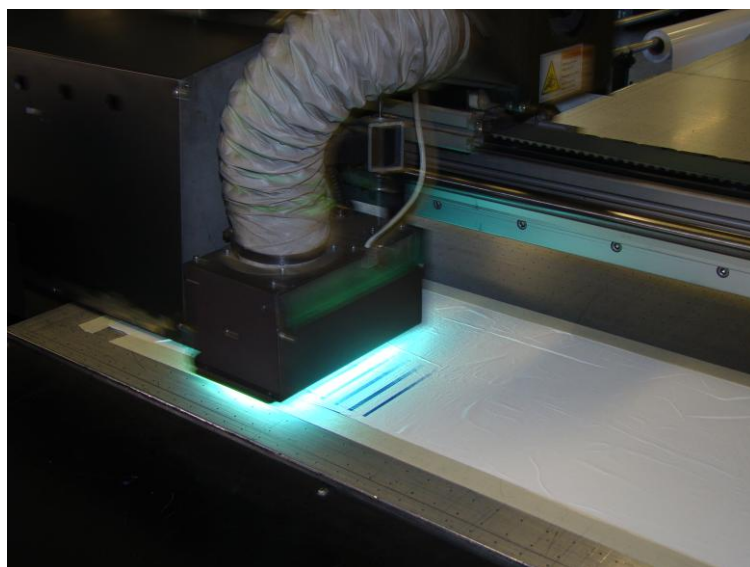
Příloha č. 2

Vzorek	Třída	Maximální Protažení (mm)	Max Sila(N)	Energie při Maximální Tahové napětí (mJ)	Modul (Automatický Youngův modul pružnosti) (N/mm ²)	Čas při Maximální Tahové napětí (sec)
1N	a	33,79	27,24	469,69	3,561	17,55
1N	b	25,04	23,35	308,49	4,894	12,65
1N	c	24,46	20,00	267,58	3,764	13,10
2P 29%	a	26,62	20,26	320,22	3,304	15,30
2P 29%	b	27,63	19,73	308,57	3,203	15,15
2P 29%	c	57,21	17,58	268,66	2,578	32,15
3P 33%	a	29,79	20,67	375,32	3,121	17,10
3P 33%	b	23,96	16,37	195,08	2,811	12,10
3P 33%	c	26,79	18,12	260,03	2,811	14,10
4P 48%	a	27,63	19,59	313,55	3,114	15,35
4P 48%	b	27,12	19,06	288,90	3,014	14,80
4P 48%	c	26,21	19,19	283,86	2,988	14,55
5P 49%	a	28,37	19,46	305,24	2,739	15,30
5P 49%	b	14,13	13,02	86,47	3,085	7,55
5P 49%	c	15,47	14,63	116,60	3,231	8,65
6UV 28%	a	19,80	17,98	169,13	4,907	9,20
6UV 28%	b	15,54	16,64	132,88	5,209	7,70
6UV 28%	c	22,38	17,85	133,62	5,637	7,40
7UV 32%	a	18,63	20,53	193,97	5,154	9,40
7UV 32%	b	19,22	20,40	204,05	5,150	9,80
7UV 32%	c	20,96	23,08	270,09	5,621	10,75
8UV 35%	a	18,63	18,38	170,66	5,557	8,75
8UV 35%	b	27,04	18,65	168,85	5,358	8,60
8UV 35%	c	18,30	18,79	128,76	5,881	6,90
9UV 42%	a	16,05	18,25	151,45	5,303	7,85
9UV 42%	b	18,54	20,26	209,09	5,483	9,70
9UV 42%	c	19,79	20,67	215,53	5,449	9,85

Příloha č. 3



Upevnění vzorku pro UV tisk



UV tisk